A large glacier wall with a piece of ice falling into the water. The glacier is a massive wall of blue-tinged ice, and a large chunk is breaking off, creating a splash of white water. The water is a dark, clear blue.

業界を超えたイノベーションで気候変動に挑む

2022年10月5日

CHAdemo協議会 会長

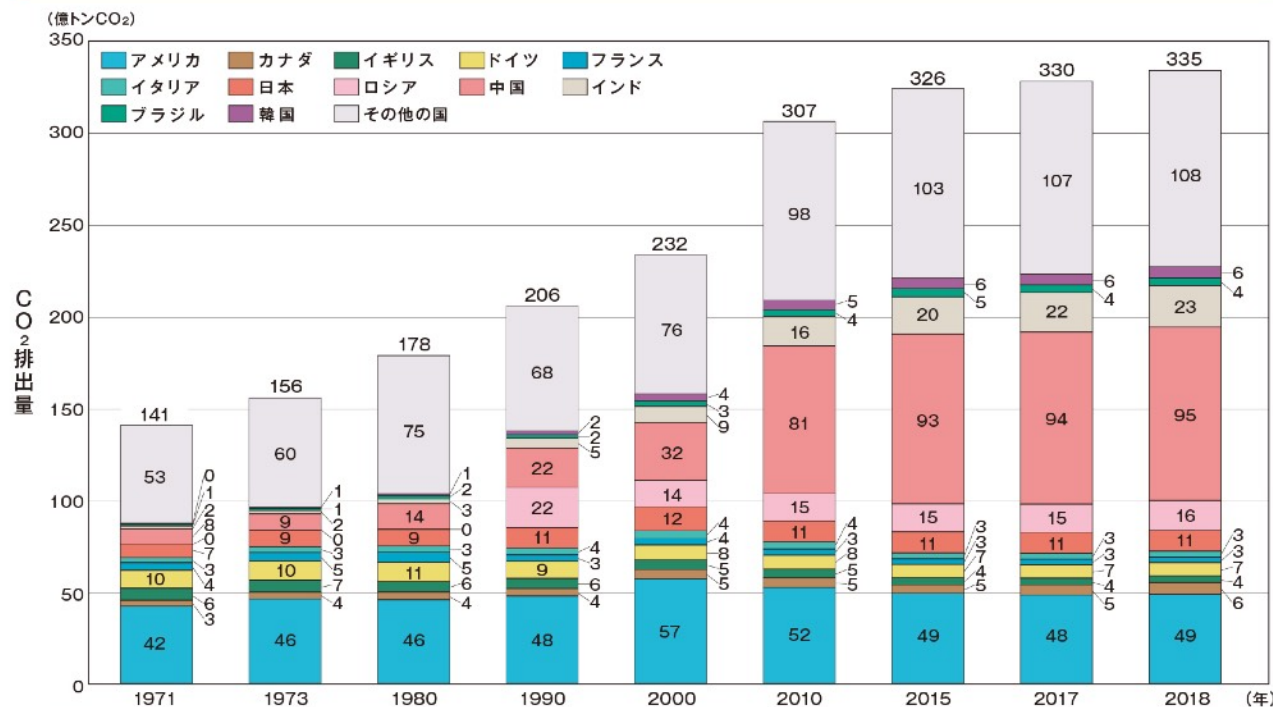
姉川 尚史

1997年 京都議定書が締結されたが



写真提供: 気候ネットワーク

世界のCO₂排出量の推移

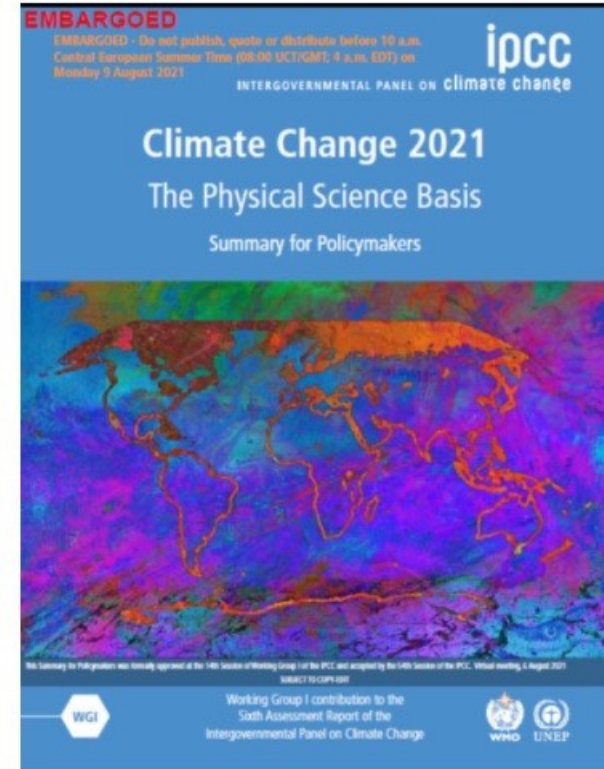


(注) 四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある
ロシアについては1990年以降の排出量を記載。1990年以前については、その他の国として集計

出典: エネ百科HPより

IPCC報告書

1990年	第1次報告書	「気温上昇を生じさせるだろう」
1995年	第2次報告書	「影響が全地球の気候に表れている」
2001年	第3次報告書	「可能性が高い」 (66%以上) Likely
2007年	第4次報告書	「可能性が非常に高い」 (90%) Very Likely
2013年	第5次報告書	「可能性が極めて高い」 (95%以上) Extremely Likely
2021年	第6次報告書	「疑う余地がない」 (99%以上) Unequivocal



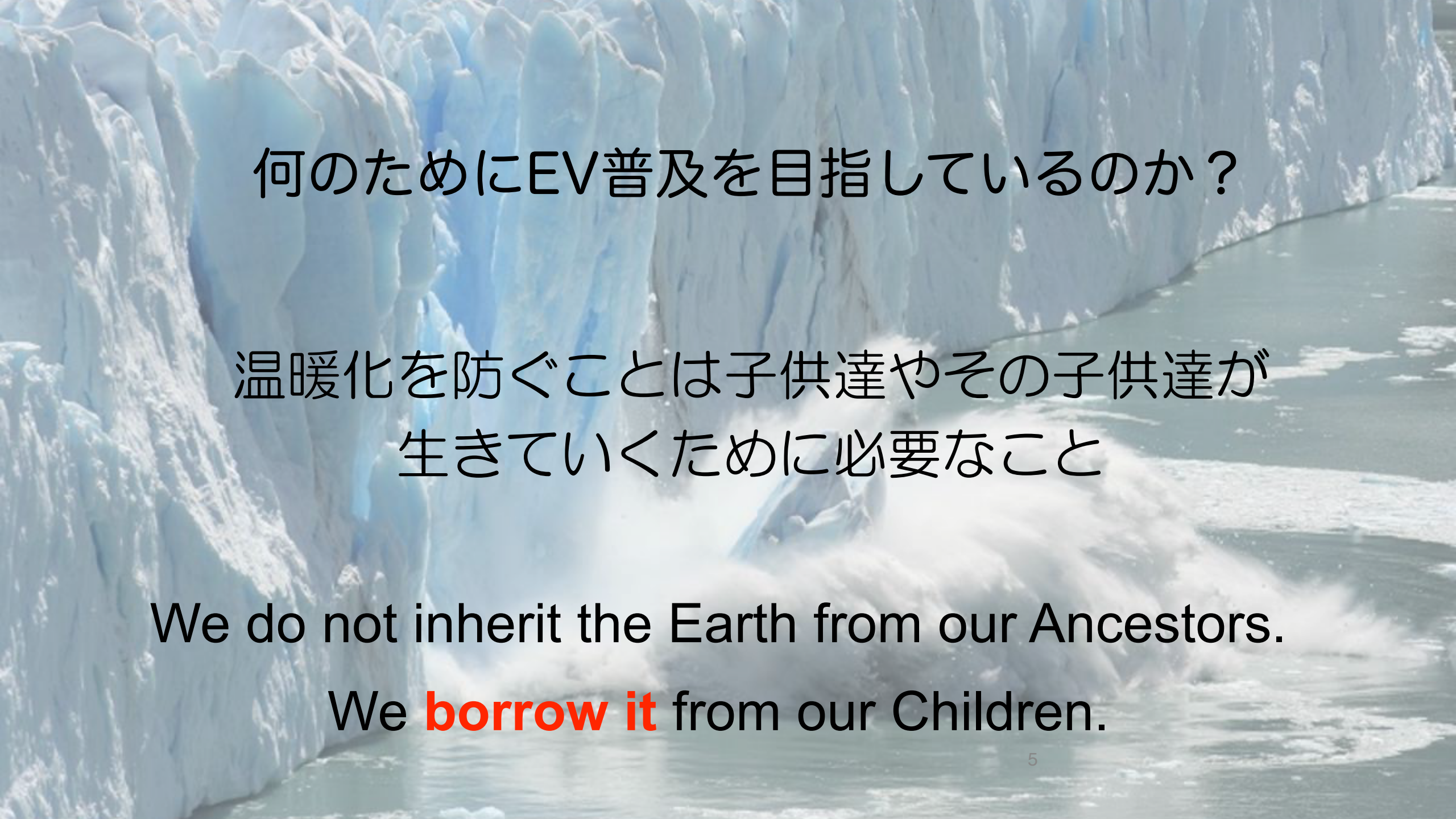
IPCC第6次評価報告書「自然科学的根拠」政策決定者向け要約（2021年8月9日発表）

子供たちは怒っている



We are in the beginning of a mass extinction
and all you can talk about is the money
and fairytales of eternal economic growth.

How dare you!



何のためにEV普及を目指しているのか？


温暖化を防ぐことは子供達やその子供達が
生きていくために必要なこと

We do not inherit the Earth from our Ancestors.

We **borrow it** from our Children.

第一部：EV

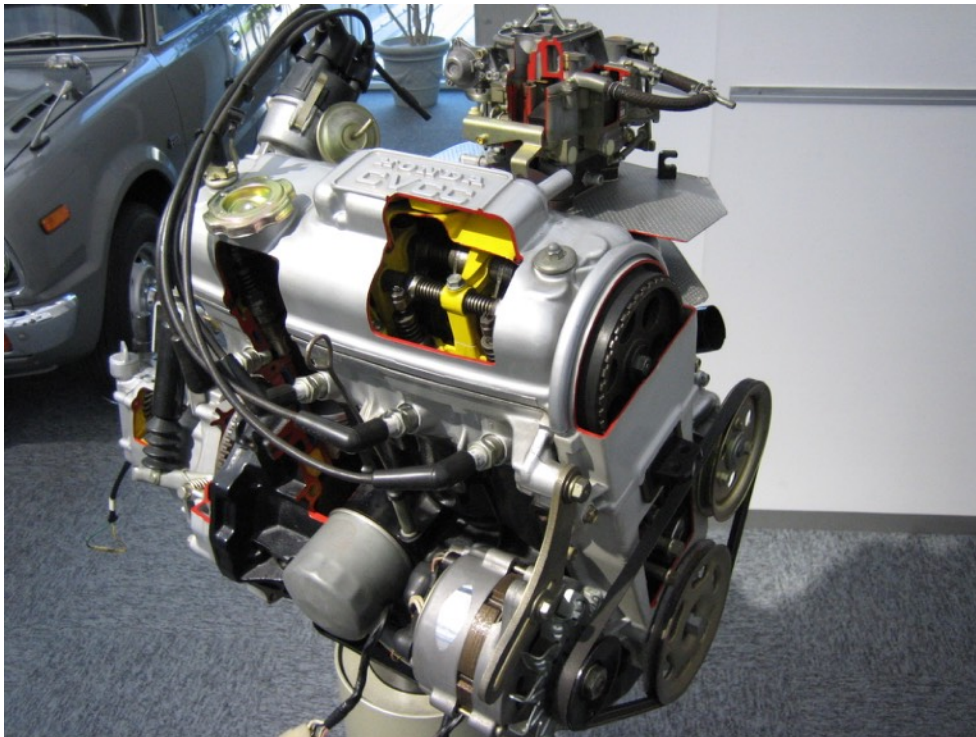
- ・ どうしてEV普及は難しいのか？
- ・ CHAdeMOは何をしようとしているのか？
- ・ 急速充電は何故EVの経済性を上げるのか？
- ・ V2Xは何故EVの経済性を上げるのか？
- ・ 更にEVの経済性を上げる方法は？

A blue electric car is shown in a grassy field. A gas pump nozzle is attached to the roof of the car, and the pump's display is visible above it. The display shows a price of 87.00, a total sale of 21.988, and a price per gallon of 14.040. The background is a clear blue sky and a green field.

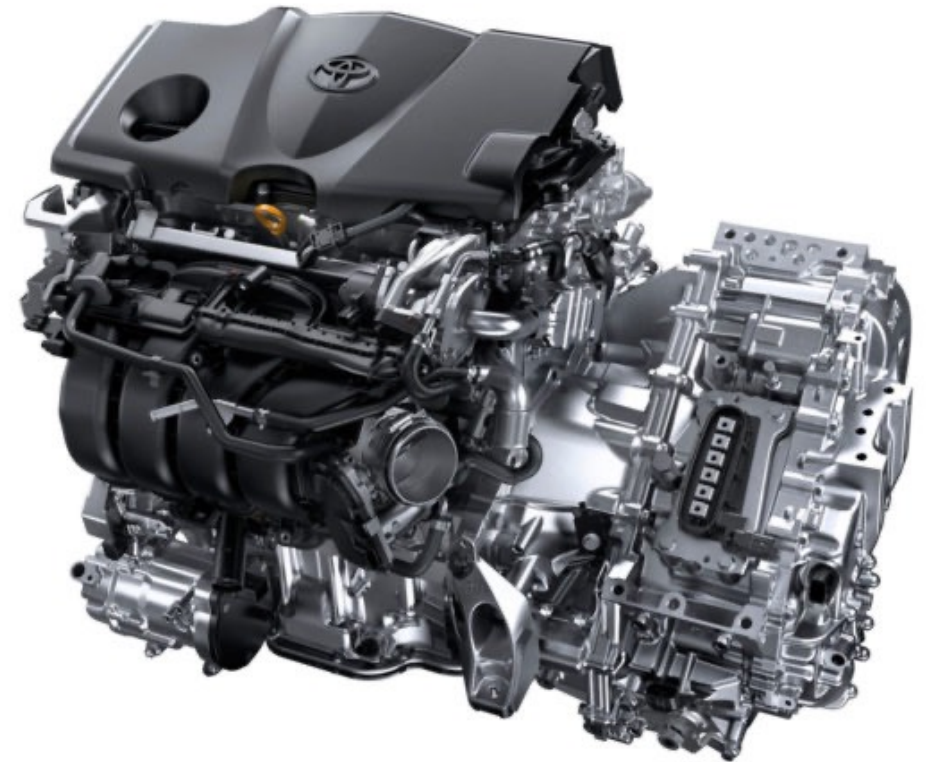
どうしてEV普及は難しいのか？

画期的な技術開発もできているが？

ホンダのCVCC



トヨタのHybrid



一社でなしたイノベーション

1000万台のEVを支えるためには？

電池



11~22兆円 (100~200万円/台)
40~80kWh搭載
2.7万円/kWh前提

公共急速充電器



5000億円
100台当たり1基の前提

家庭コンセント

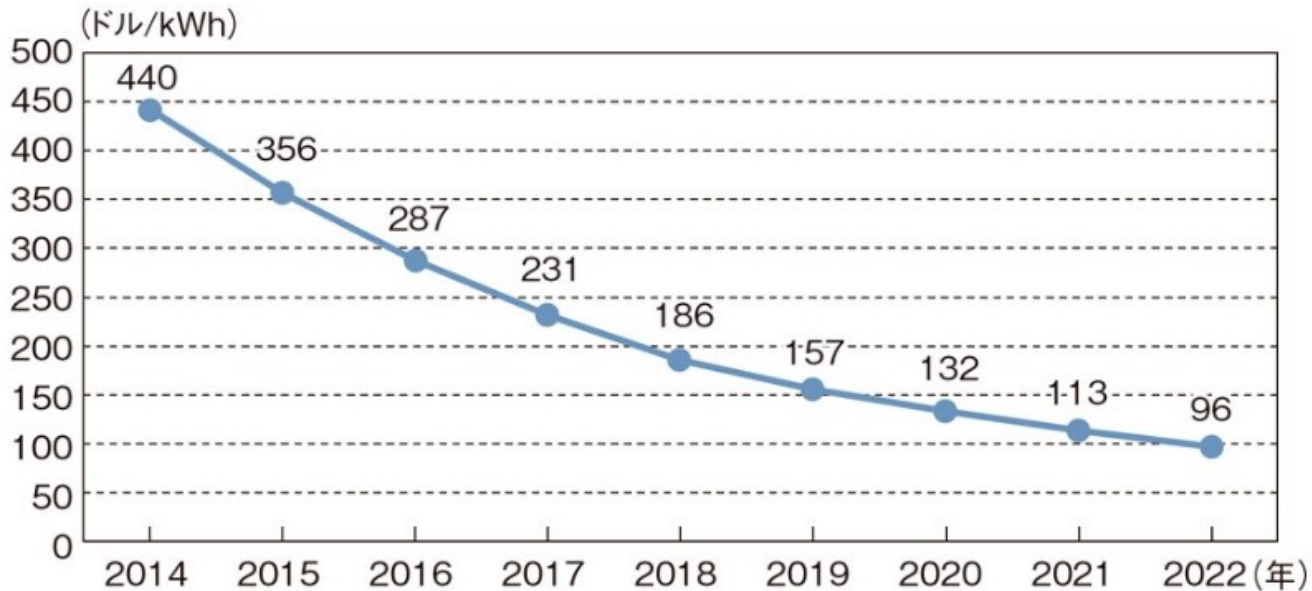


1兆円
10万円/個 (現状)
全台必要との前提

複数産業の協働を必要とするイノベーション

電池価格は下がってきているが

80～120万円するEVパーツ最大のコスト



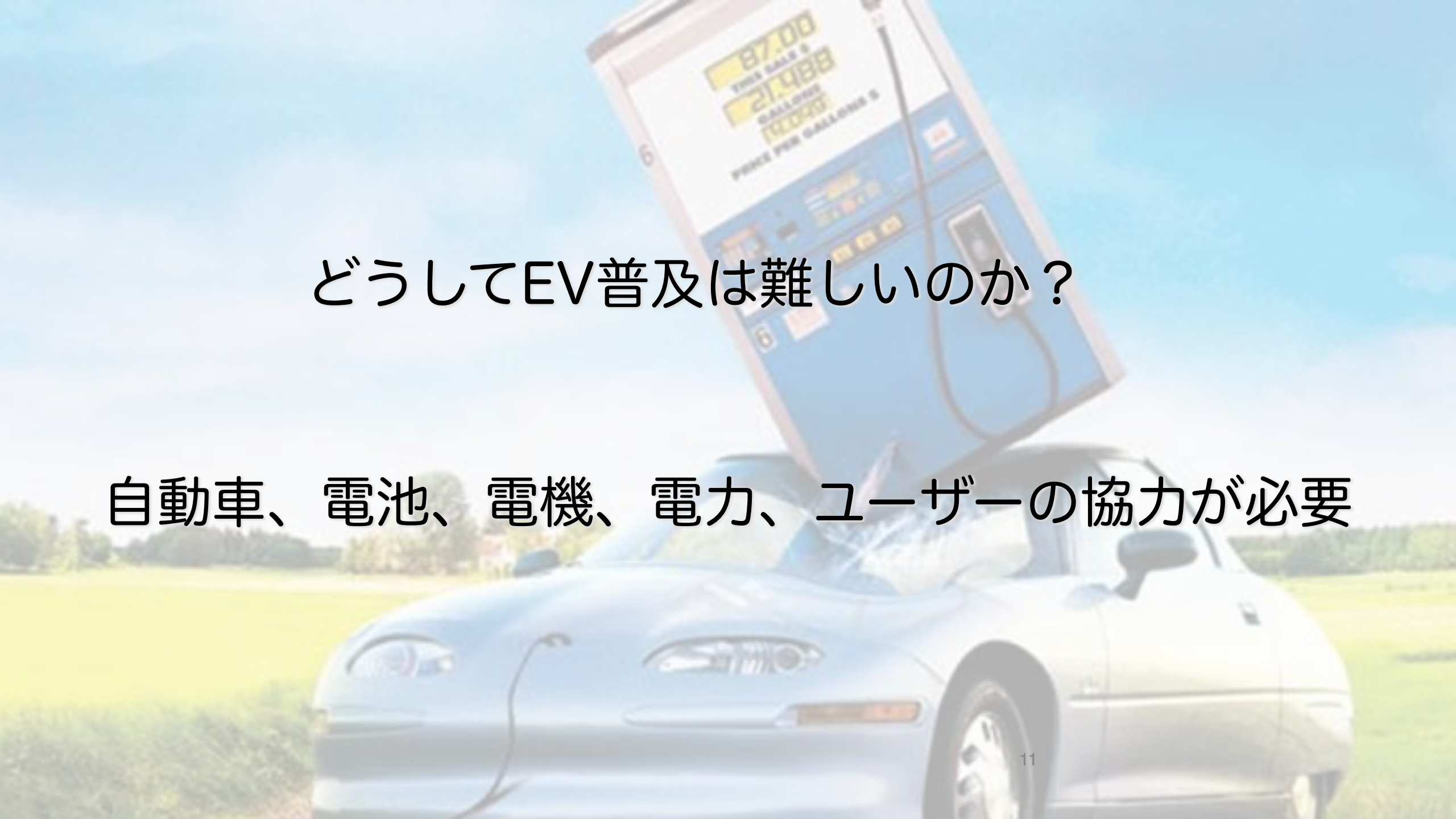
出典：日経XTECHより



日産リーフ電池交換費用

40kWh

2. 1万円/kWh

A blue electric car is parked in a green field. In the background, a gas station pump is visible, tilted at an angle. The pump's display shows '87.00', 'THIS SALE \$', '21.488', 'GALLONS', '14.049', and 'PRICE PER GALLON \$'.

どうしてEV普及は難しいのか？

自動車、電池、電機、電力、ユーザーの協力が必要



CHAdemoは何をしようとしているのか？

急速充電器で電池の積載量を抑制

過剰に電池を積載することなく航続距離の不安をなくするため

- ⇒ 公共の急速充電器が必要
- ⇒ 複数の自動車メーカー、充電器メーカー間で互換性が必要
- ⇒ 充電方式の統一規格が必要

一方でやみくもに充電方式を統一すると以下の問題が生じる

最適充電パターンは電池の特性や充電時の状態により異なる

⇒ 充電方法の画一的な規格化は電池の改良進歩を阻害する

CHAdeMOの解決策

- ★ EVが自分の電池の特性や状態に基づき充電電流を決定し充電器に指
- ★ 充電器はEVから送られてくる充電指令に従って直流電流を供給



CHAdeMO

通信(CAN) 必要な電流値を指示

電流を供給

これがCHAdeMO方式
欧米も中国規格もこの方式



2019年3月9日 Leaf e+ を購入

翌日 成田山新勝寺で安全祈願



3年間の走行実績

平均電費 6.4km/kWh

総走行距離 90,000km

急速充電回数 約700回

充電会費 8万円

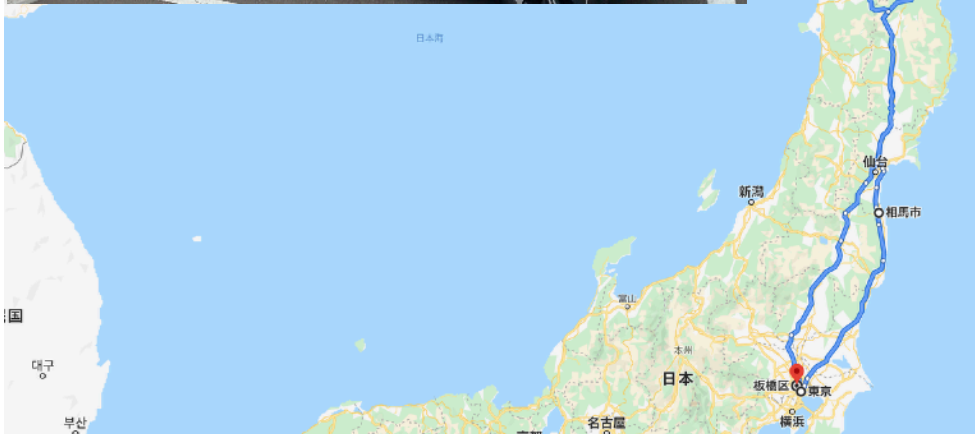
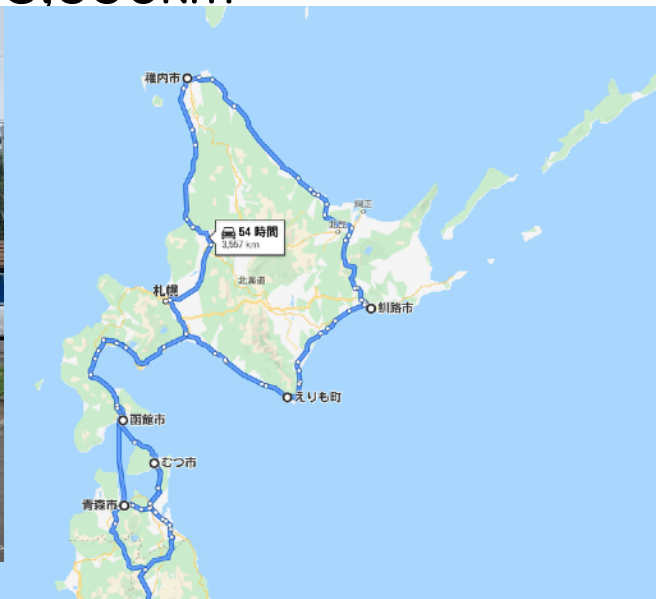
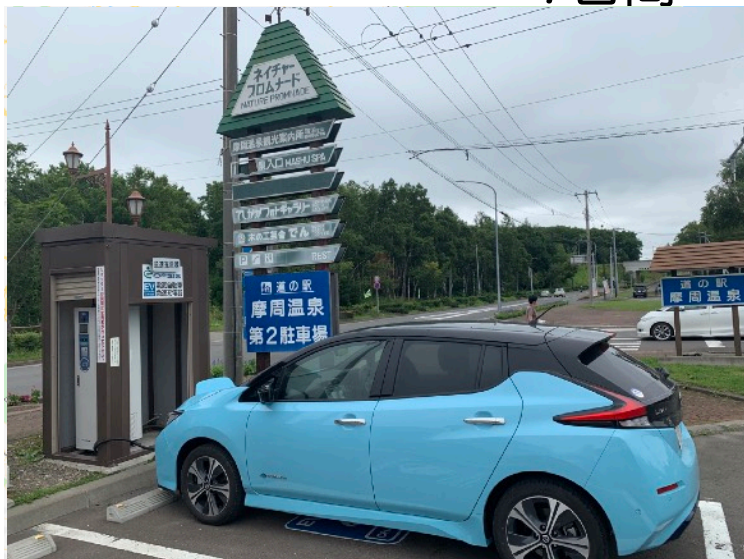
(実質電気代 40万円)

高速料金 220万円



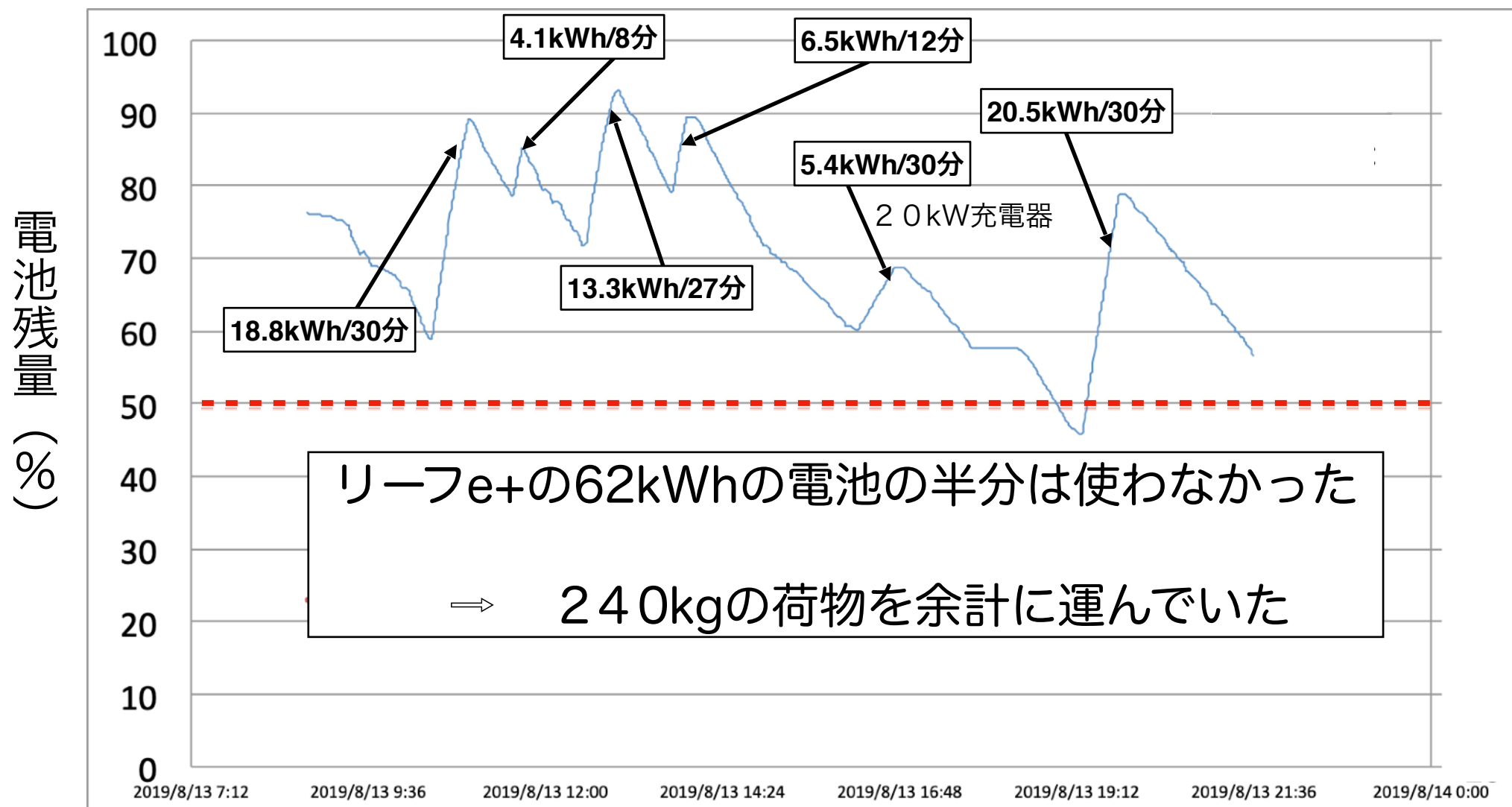
稚内までドライブ 2019年8月

7日間 3,556km



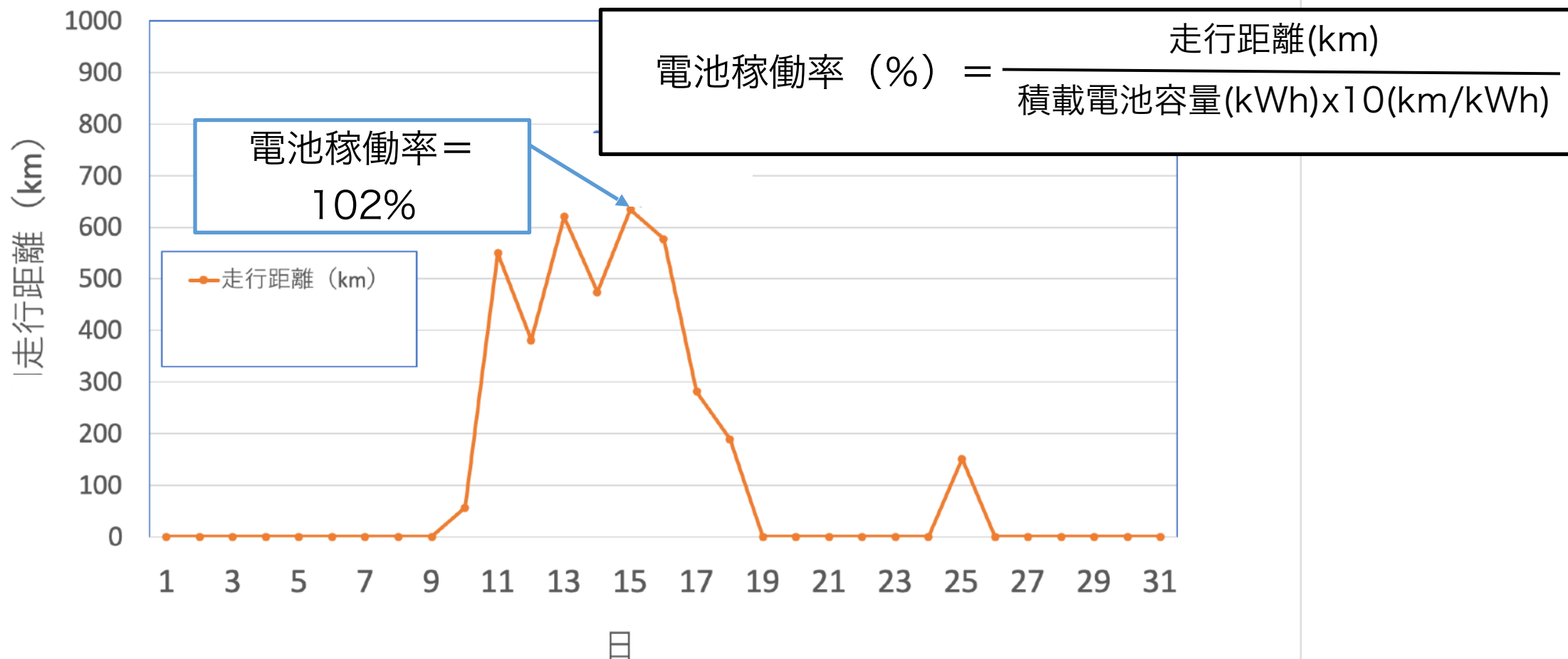
1	Andykun 🇯🇵	3,517.3 km
2	kos0427 🇯🇵	3,047.1 km
3	Uejikky 🇯🇵	2,713.6 km
4	mclaren 🇯🇵	2,653.2 km
5	fumi0920 🇯🇵	2,615.1 km
6	kuma 🇯🇵	2,567.2 km
7	mar426 🇯🇵	2,562.7 km
8	rin 🇯🇵	2,545.1 km
9	Hazuki 🇯🇵	2,530.3 km
10	masa0320 🇯🇵	2,368.4 km

函館から襟裳岬経由で釧路まで（619km）の走行記録



電池の稼働率を上げる急速充電器

姉川号（日産リーフe+）走行記録 2019年8月



世界中の自動車会社にCHAdEMOを紹介



Volkswagen



BYD



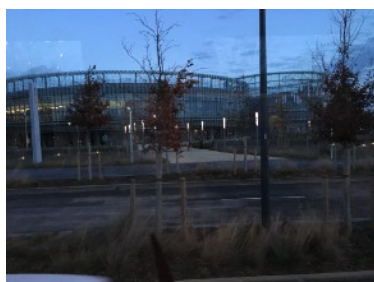
GM



Audi



BMW



Renault



Daimler



当時欧米には普通充電器しかなかった



Peugeot



Fiat



Ford



CHAdeMOは世界中でTESLAもサポート

I wanna use
CHAdeMO chargers.
So help me.

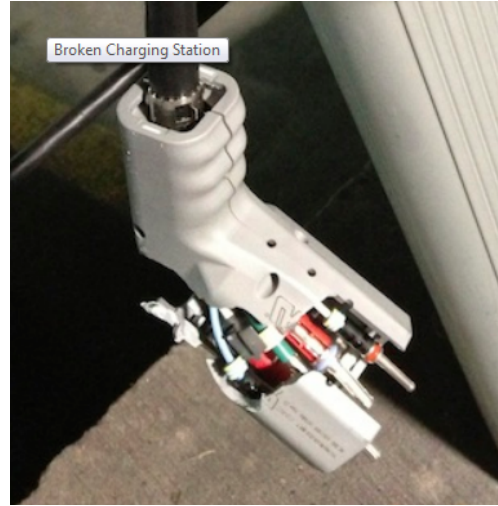


アダプタ使用では
安全性上50kWを上限



アダプタが充電器を壊す
トラブルもあったがTeslaと
協力して問題を解決

CHAdeMOはCCSもサポート



日本のCHAdeMOメンバーの
コネクタメーカーの方から

VolkswagenからCCS
コネクタを作って欲しいと
言われているが受けて良いか？



安全なコネクタを
作ってあげてください

CHAdeMOは中国とも協力（ChaoJi）

2018年8月28日 新規格開発で合意

- 共同で新規格を開発することに合意
- 中国電力企業連合会とチャデモ協議会で合意



2018年10月26日 第3国への展開

- 日中両首脳立会いの下、合意内容を拡大
- 良い規格ができた場合には、
第3国への紹介・拡散を目指すことで合意



ChaoJi開発の合意事項

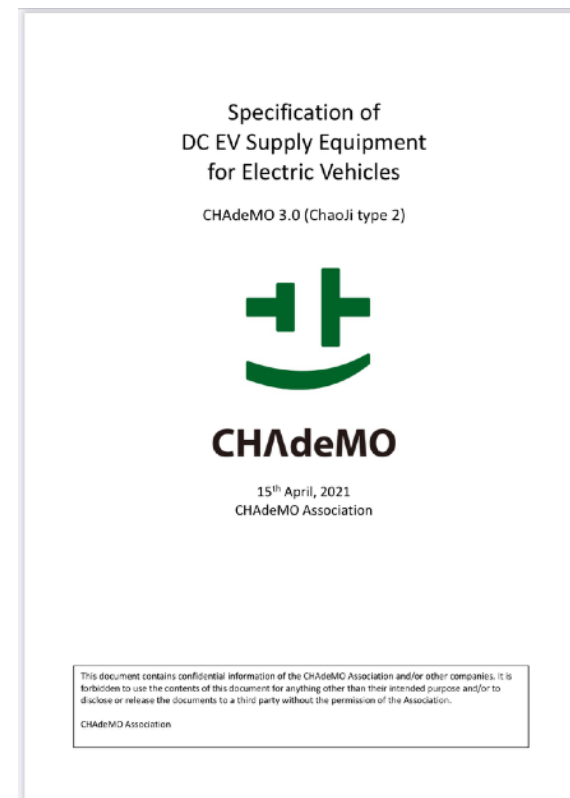
- 目的：安全で信頼性、互換性、拡張性（V2X）のある規格の作成
- お互いへの後方互換性の確保
- CANを通信規格として採用する
- 合同技術部会の開催（月1回）、実証実験を実施



試作コネクタ



試作ソケット



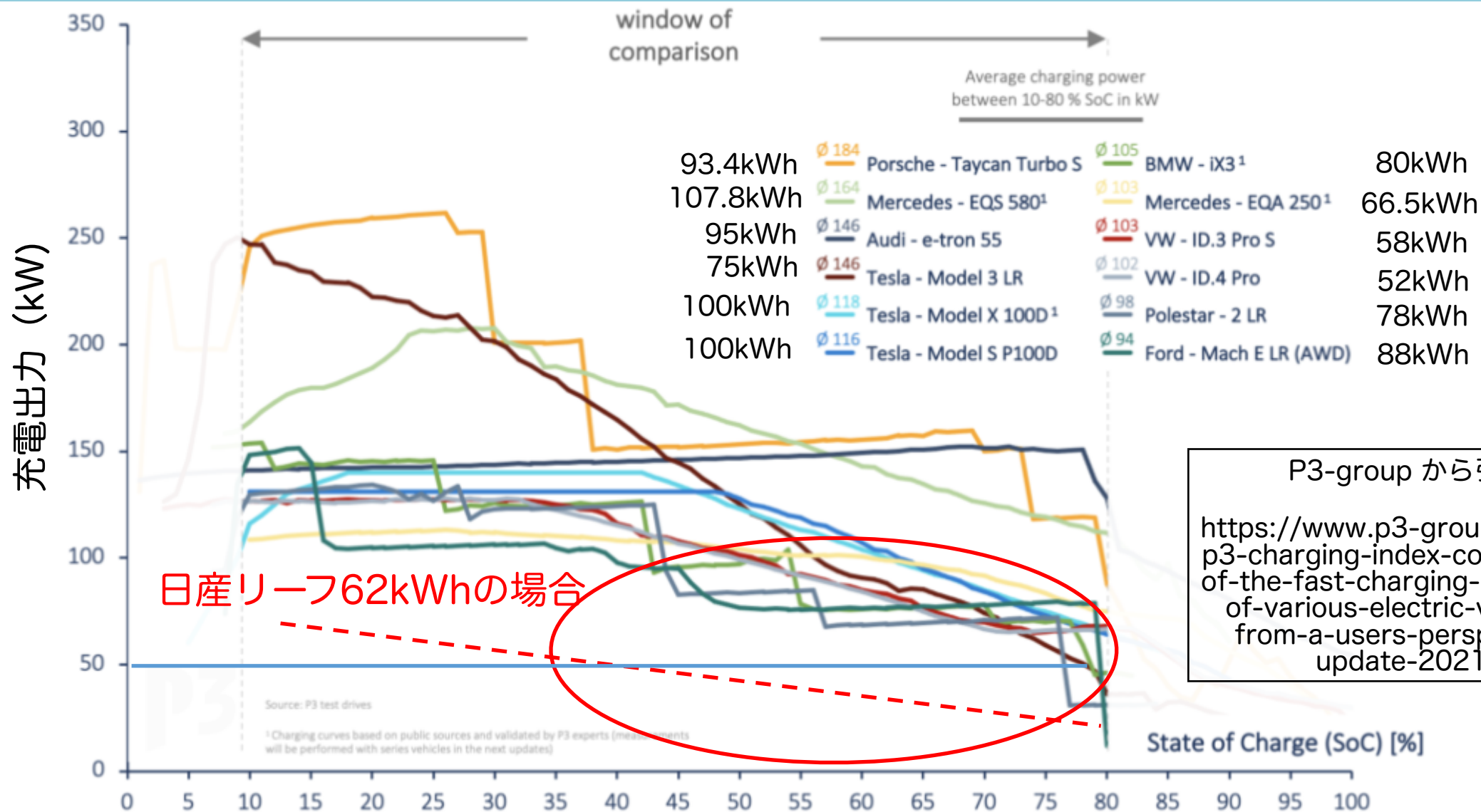
ChaoJi技術仕様書発行

2020年4月

2020年2月

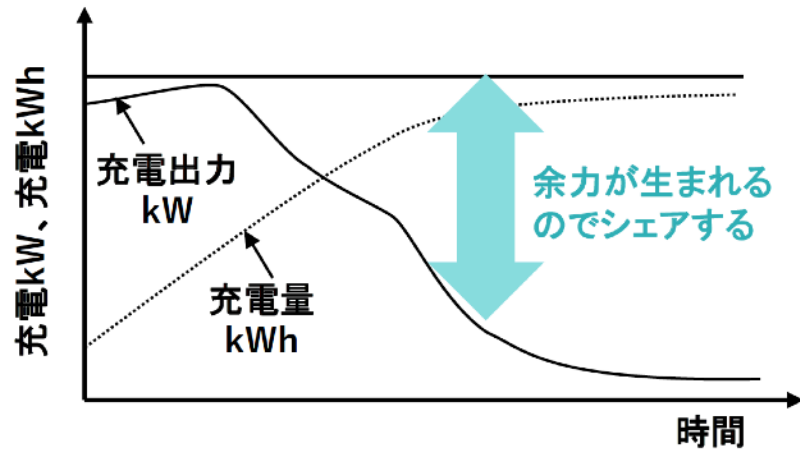
UL ジャパンにて試験実施

充電器の出力も最適化を追求



ユーザーの利便性を損なわない

EVのLiBは、充電量の増加と共に
吸収できるkWが低くなる特性がある

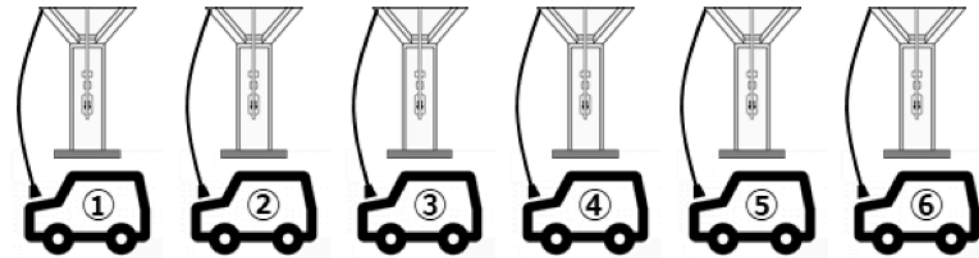


2つの理由からパワーシェアリングは有効

- 6台が一斉に充電を開始する確率は低い
- 90kWで充電できるEVは相対的に少ない
(ハイスペックEVに限られる) |

200kWの出力を接続中のEVの状態に合わせて
パワーシェアリングする

- メリット1：待ち渋滞が減る（利便性UP）
- メリット2：受電設備ミニマム化（投資抑制）
- メリット3：電気の基本料金抑制（維持費削減）



車両No. (順々に到着)	EV充電台数と充電器出力[kW/台]					
	1台	2台	3台	4台	5台	6台
①	90	90	50	25	25	25
②		90	75	50	25	25
③			75	50	25	25
④				75	50	25
⑤					75	50
⑥						50
合計出力	90	180	200	200	200	200

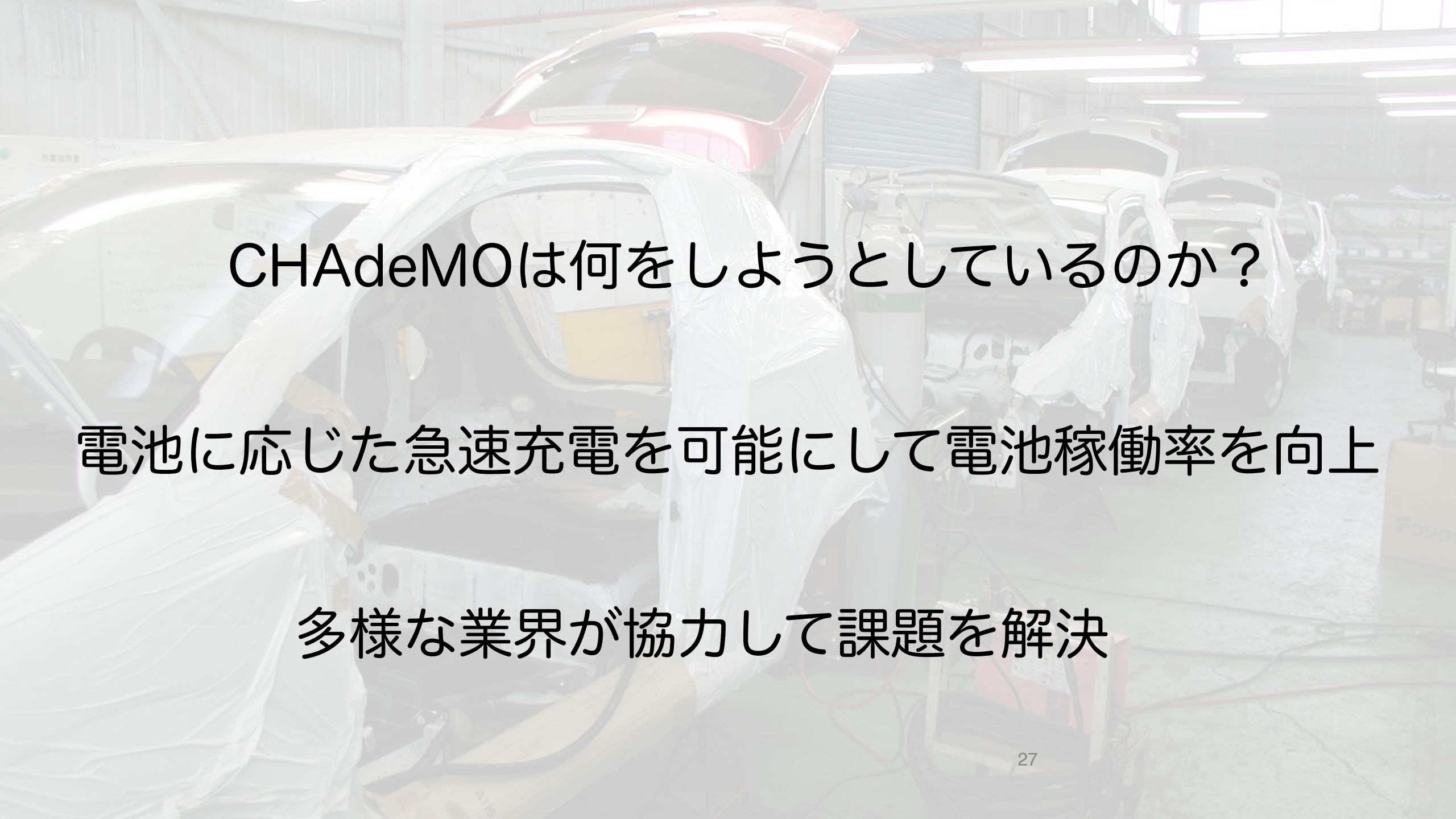
充電器の稼働率も損わない大出力化

200kW充電器を子機6台でシェアリング



150kW充電器を2台でシェアリング






CHAdeMOは何をしようとしているのか？

電池に応じた急速充電を可能にして電池稼働率を向上

多様な業界が協力して課題を解決

The image shows three CCS (Combo) electric vehicle charging connectors. Two are positioned at the top, one on the left and one on the right, both showing their internal contact pins. The third connector is positioned at the bottom left, showing its front face with two large circular ports. The background is a blurred outdoor setting with a brick wall.

ちょっとCCS（コンボ）の懸念

VWのディーゼル不正罰金でCHAdeMOを差別

リバモアのショッピングモール



CCS x19 vs. CHAdeMO x1

ロス郊外のショッピングモール



CCS x5 vs. CHAdeMO x1

行政に働きかけてCHAdeMOの排除を図る

2015年



Article 4

Electricity supply for transport

Fast recharging points for electric vehicles shall comply with the technical specifications set out in Annex II.1.2. **by 31 December 2017 at the latest.**



設置する充電器をCCS 2に限定することを要求



CCS2
e-MOBILITY
POWER

欧州 CHAdeMO メンバーが抗議して阻止



EU 指令は修正される

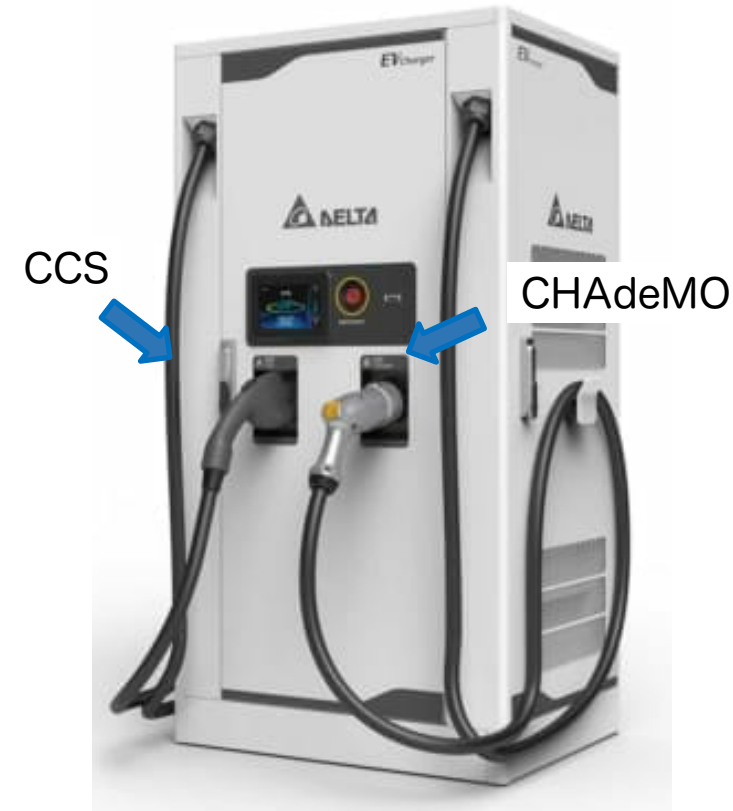
ANNEX II Technical specifications

1.2. High power recharging points for motor vehicles

ANNEX II Technical specifications

1.2. High power recharging points for motor vehicles Direct current (DC) high power recharging points for electric vehicles shall be equipped, for interoperability purposes,

at least with connectors of the combined charging system 'Combo 2' as described in standard EN 62196-3.



CHAdeMOとCCSが両方付いた Dual Chargerが現在の主流

Plug&Charge で ISO15118の押し売り



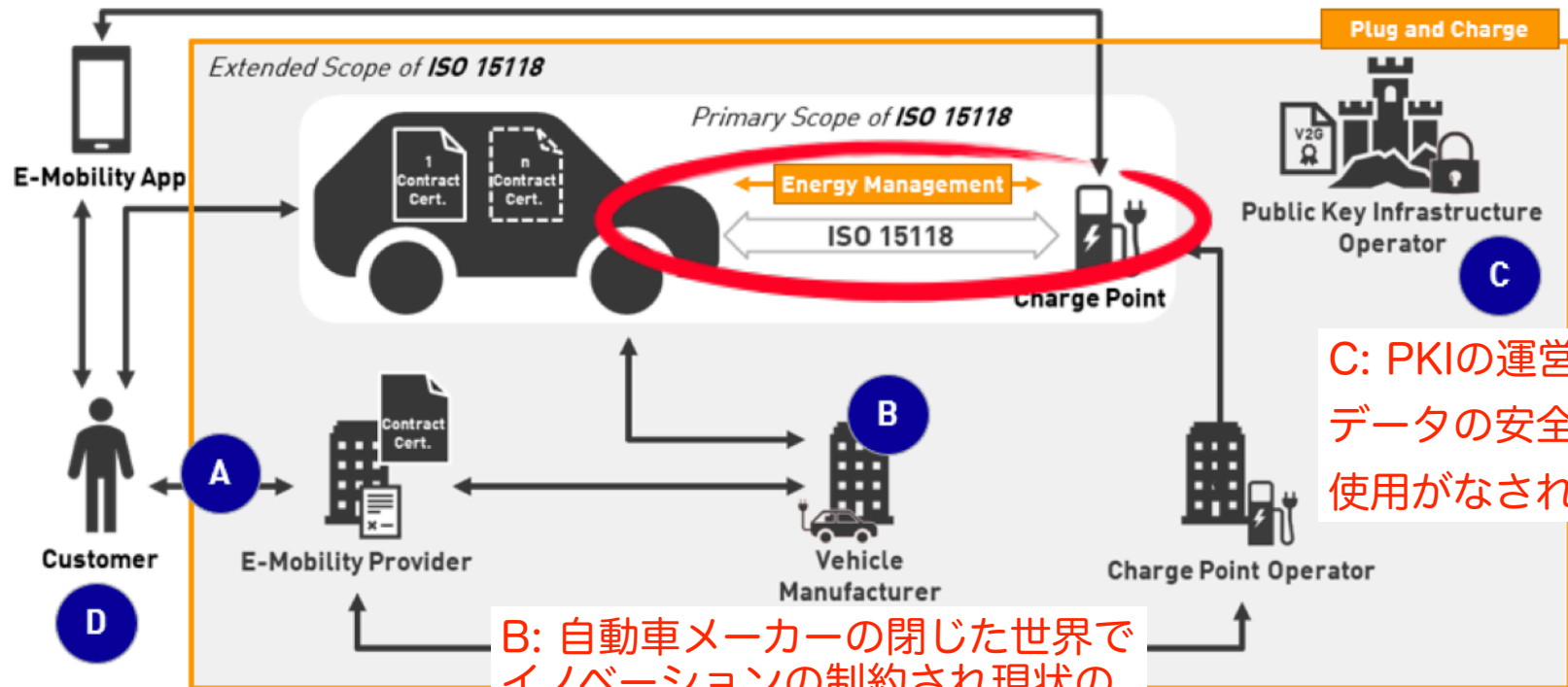
- ★ドイツOEMは高級車ゾーンをTeslaに侵食されている
- ★Teslaは高出力充電器やPlug&Charge機能を有している
- ★対抗のためにPlug&Chargeを指向



ISO15118は市場を歪め競争を阻害する

A: ユーザーはお仕着せのe-Mobility サービスを受けさせられる


D: e-Mobilityを通じて得られる多様なサービスの可能性が失われる



B: 自動車メーカーの閉じた世界でイノベーションの制約され現状のインフラのリプレースコストも生じる

C: PKIの運営で得られるデータの安全で公正な使用がなされるか不透明



The image shows two CCS (Combo) charging ports side-by-side. The ports are white plastic with a circular opening containing several metal contact points. The background is a blurred outdoor setting with a brick wall and some greenery.

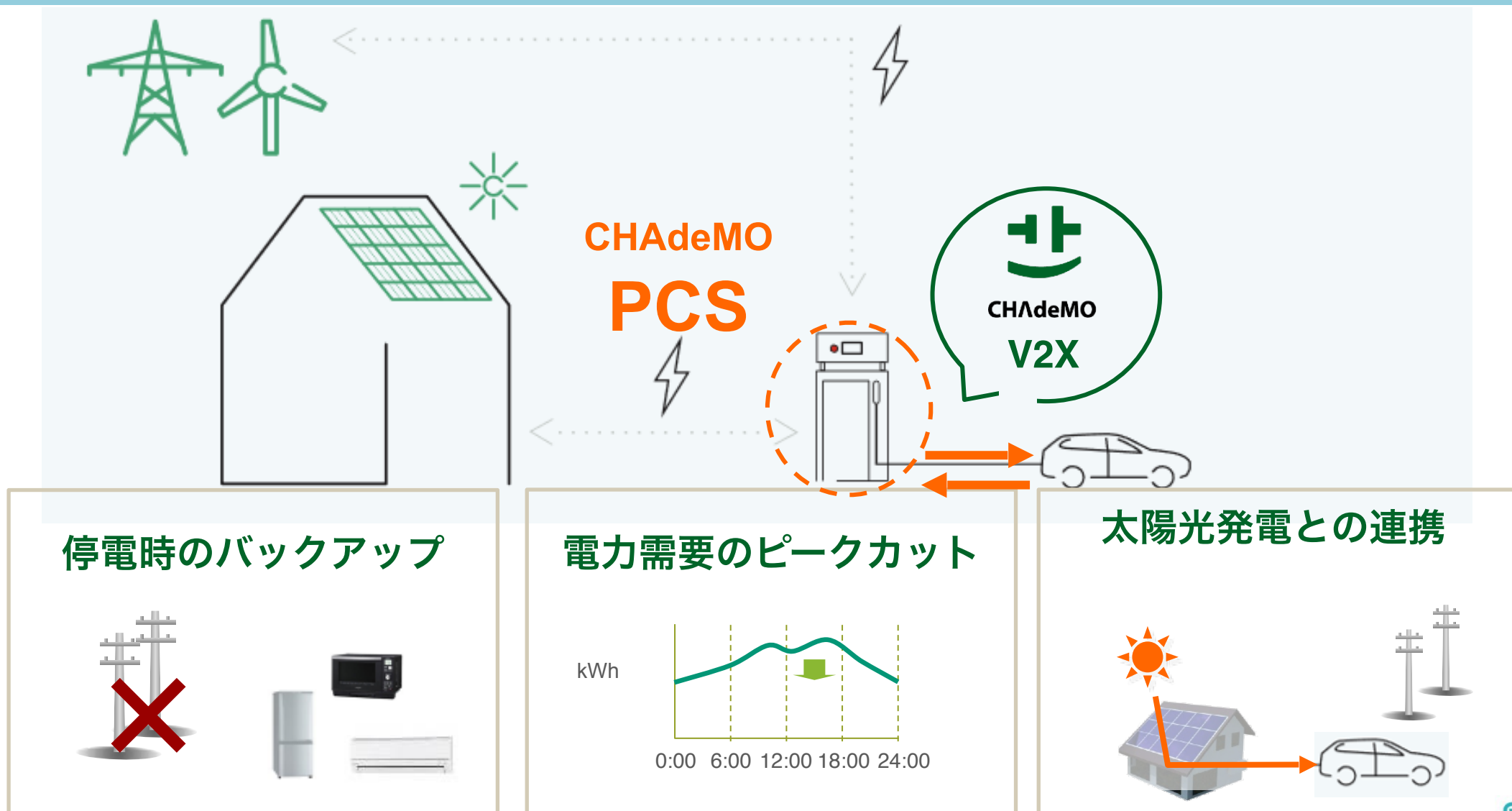
ちょっとCCS（コンボ）に苦言

フェアな競争でユーザー利便性を高めましょう

V2Xで何故EVの経済性を上げるのか？



V2X がもたらすもの



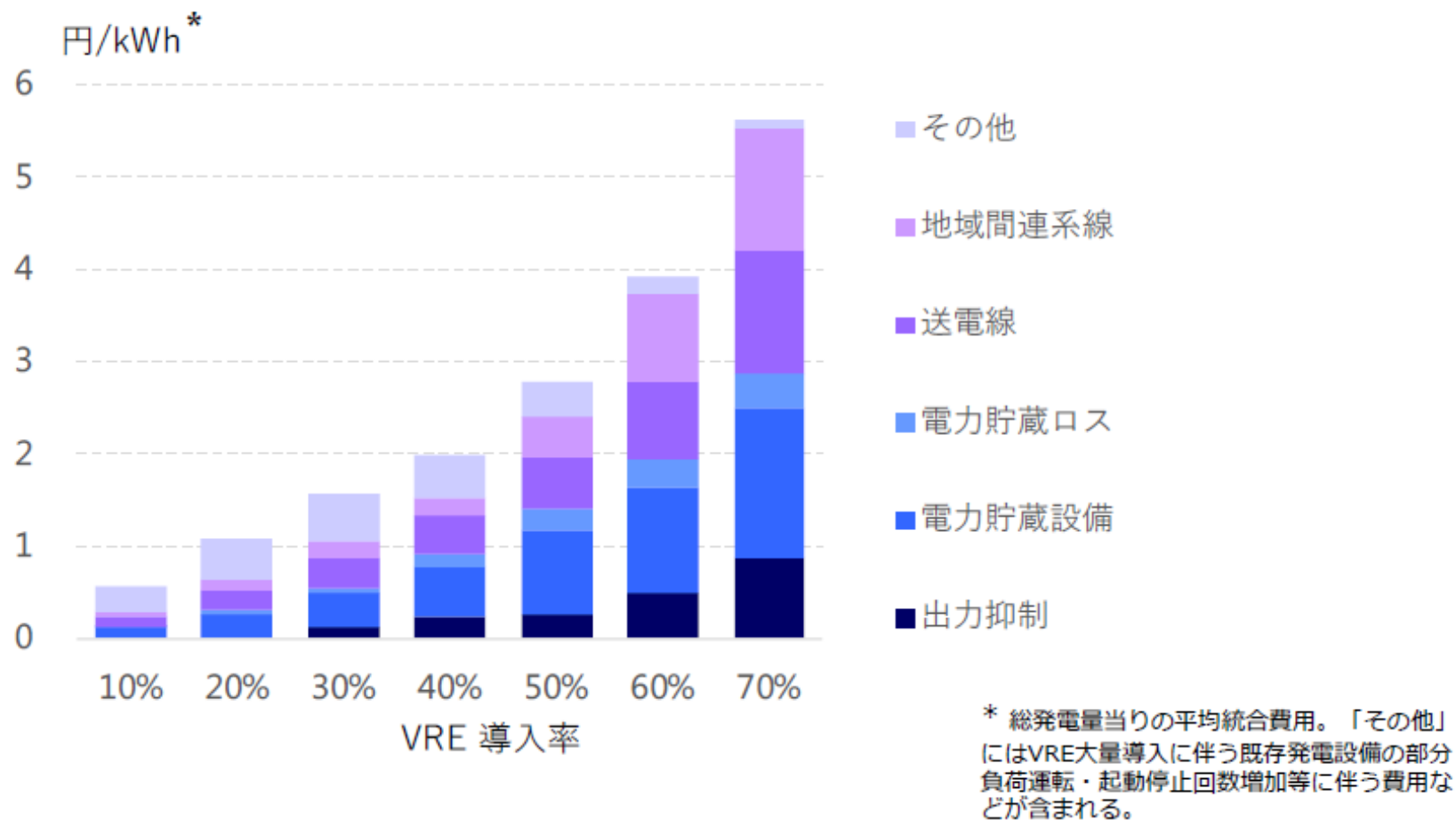
千葉台風停電支援 保育園での給電

■ 内容

洗濯機、扇風機、パソコン、
プリンター等を稼働



再生可能エネルギー増加に伴う統合費用



日本エネルギー経済研究所第432回定例研究報告会「内外の再生可能エネルギー情勢の展望」より

定置用電池は高すぎる



A社蓄電システム
6kWh
29万円/kWh



C社蓄電システム
5 kWh
28万円/kWh



日産リーフ電池交換費用
40kWh
2.1万円/kWh



B社蓄電システム
3.5kWh
40万円/kWh



D社蓄電システム
12kWh
33万円/kWh

EVの電池は定置型電池の1 / 10以下

累計蓄電池容量
(2019年末)

2.4GWh

日産リーフ蓄電池容量
(2020年末)

6 GWh

CHAdeMO方式のV2X製品は既に世界で多数販売



現状価格レベル 6kVA 80万円
V2X機器が高いのでは電池活用の妨げ



東京電力はV2H機器の開発中



V2H機器価格を抑制して
EVの電池活用を促進

稼働率の低いEV電池を活用



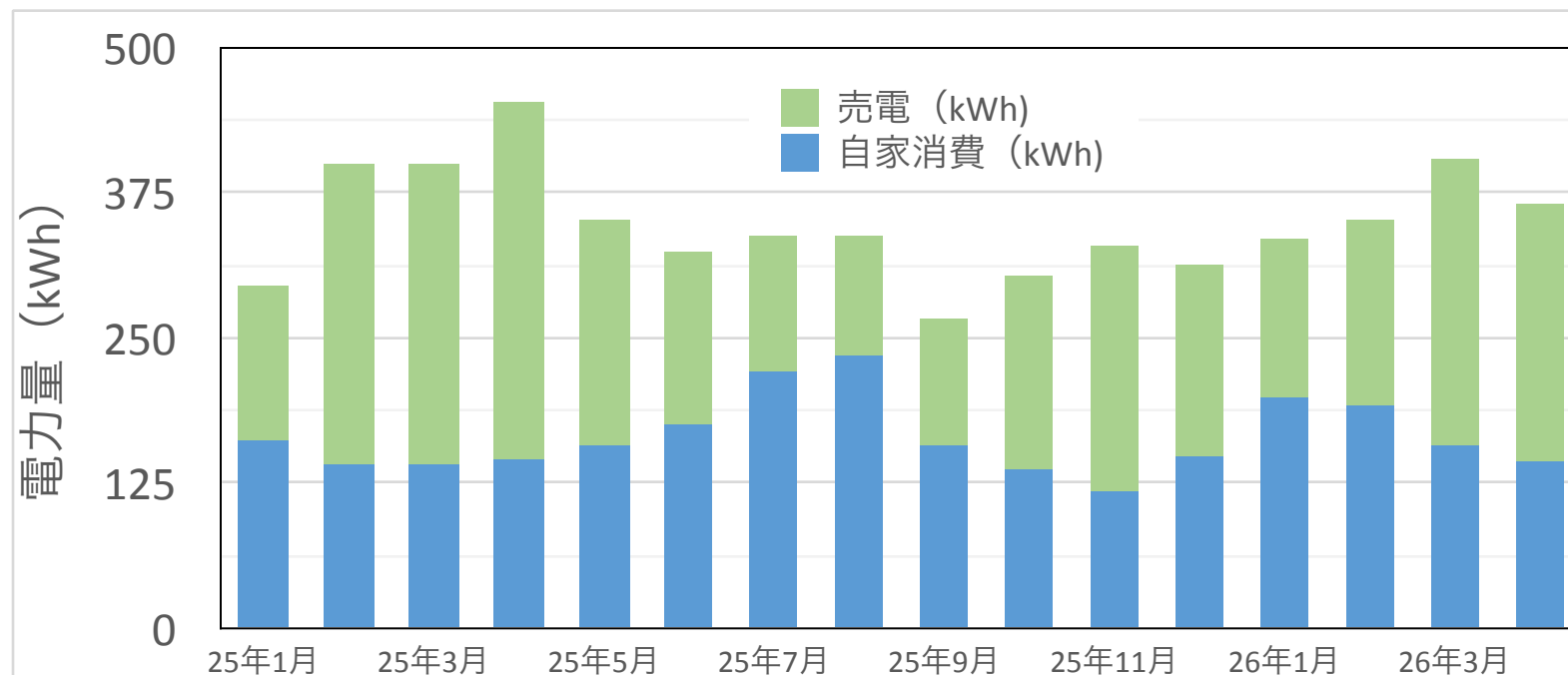
TEPCOホームテックのエネカリで導入
設置費ゼロで年間48,000円節約

売電電力量 2178.1kWh
買電電力量 4700.9kWh
売買価格差 18円/kWh

更に

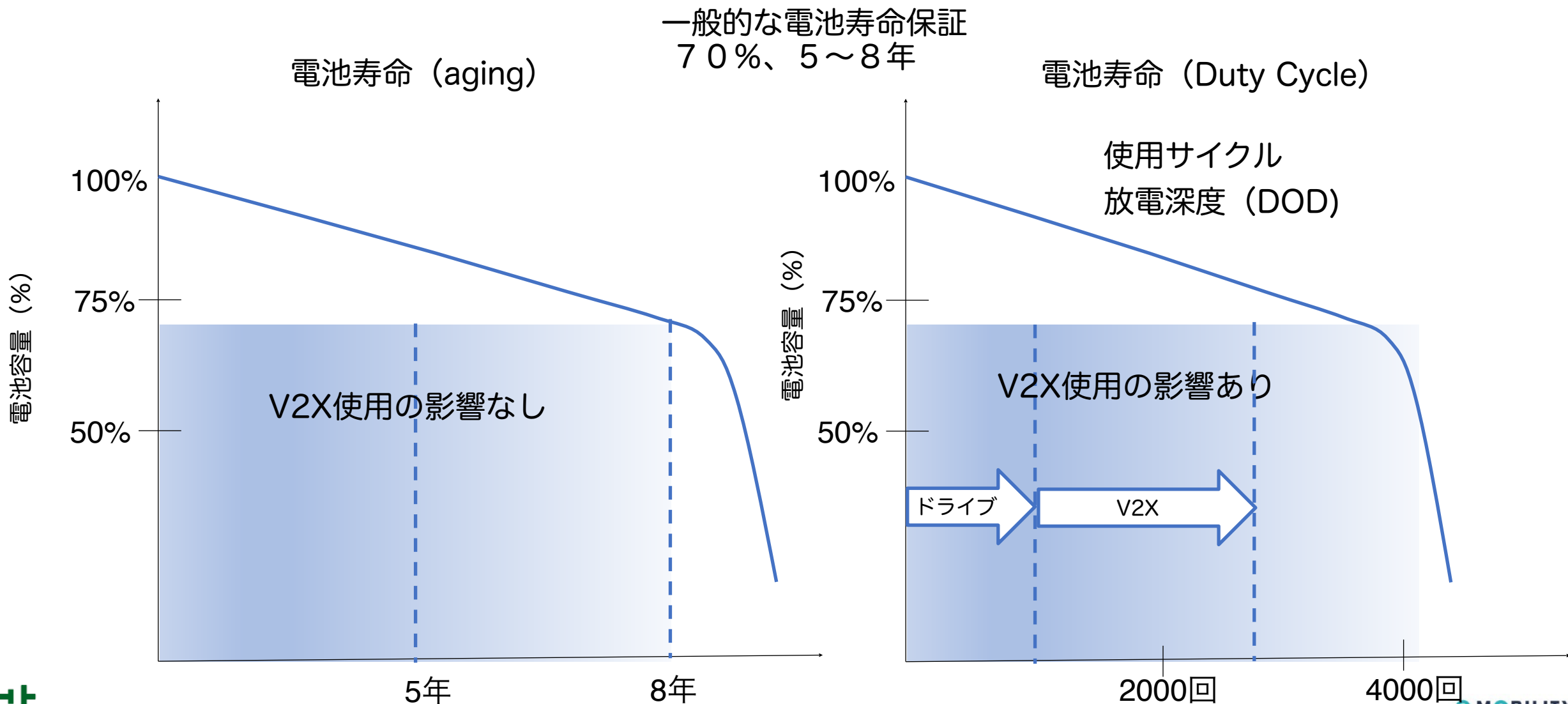
V2H導入すれば 年間40,000円節約

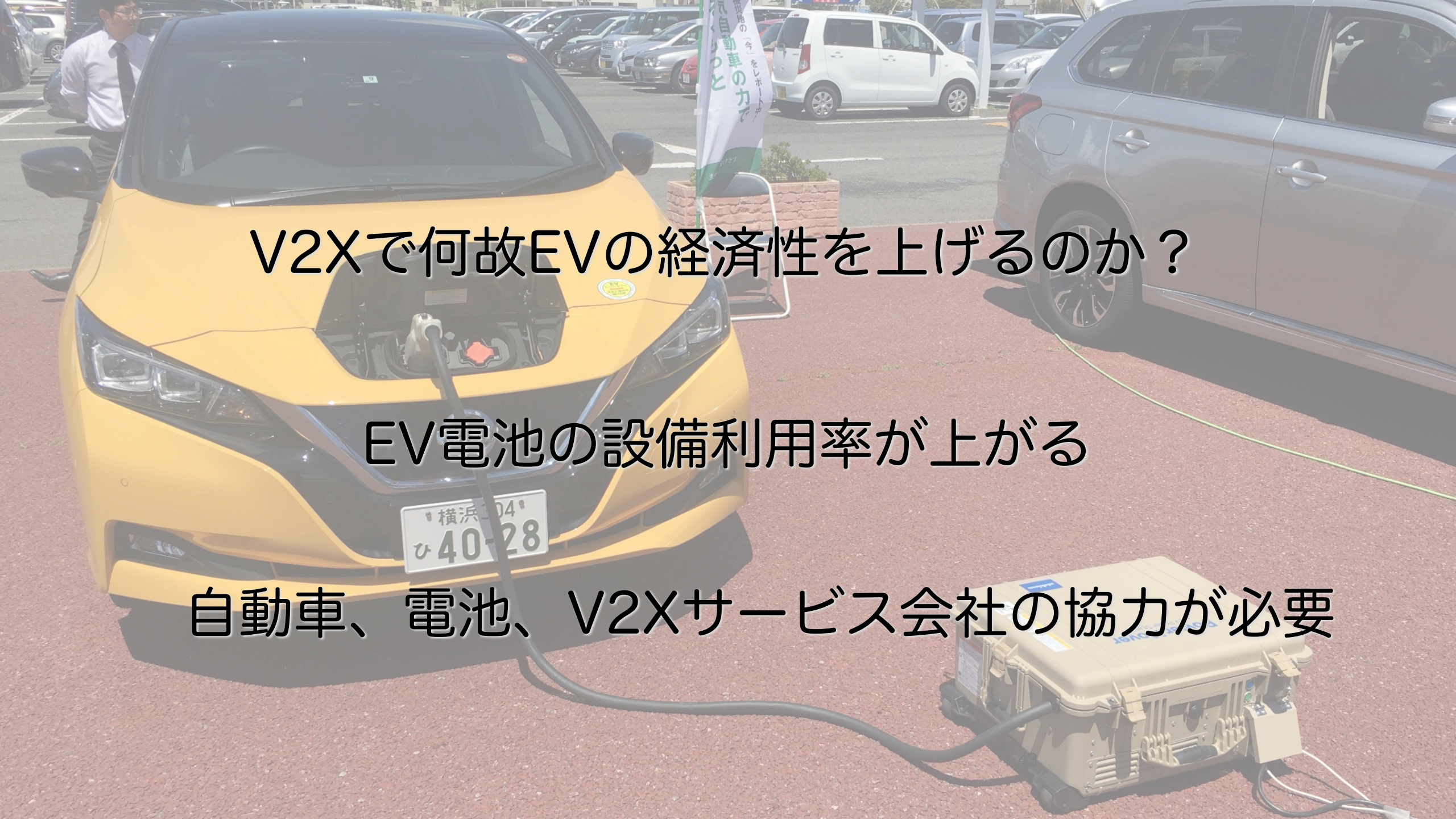
姉川家の3.25kWの太陽光パネルの発電実績



電力価格が高い時に売電すれば更に節約額は増加

電池保証には協力が必要





V2Xで何故EVの経済性を上げるのか？

EV電池の設備利用率が上がる

自動車、電池、V2Xサービス会社の協力が必要

更に電池の利用率をあげるためには？



中古電池のリユース



4R ENERGY

ゼロ・エミッションモビリティの普及

バッテリーの2次利用により更にリーズナブルな価格の実現
再生可能エネルギーからの充電により発電時のCO2も削減



Zero Emission



低炭素社会への
好循環サイクルの創出



再生可能エネルギーの普及

再生可能エネルギーを有効活用する
蓄電デバイスとして社会インフラに貢献

* 再生可能エネルギーからの充電インフラなど

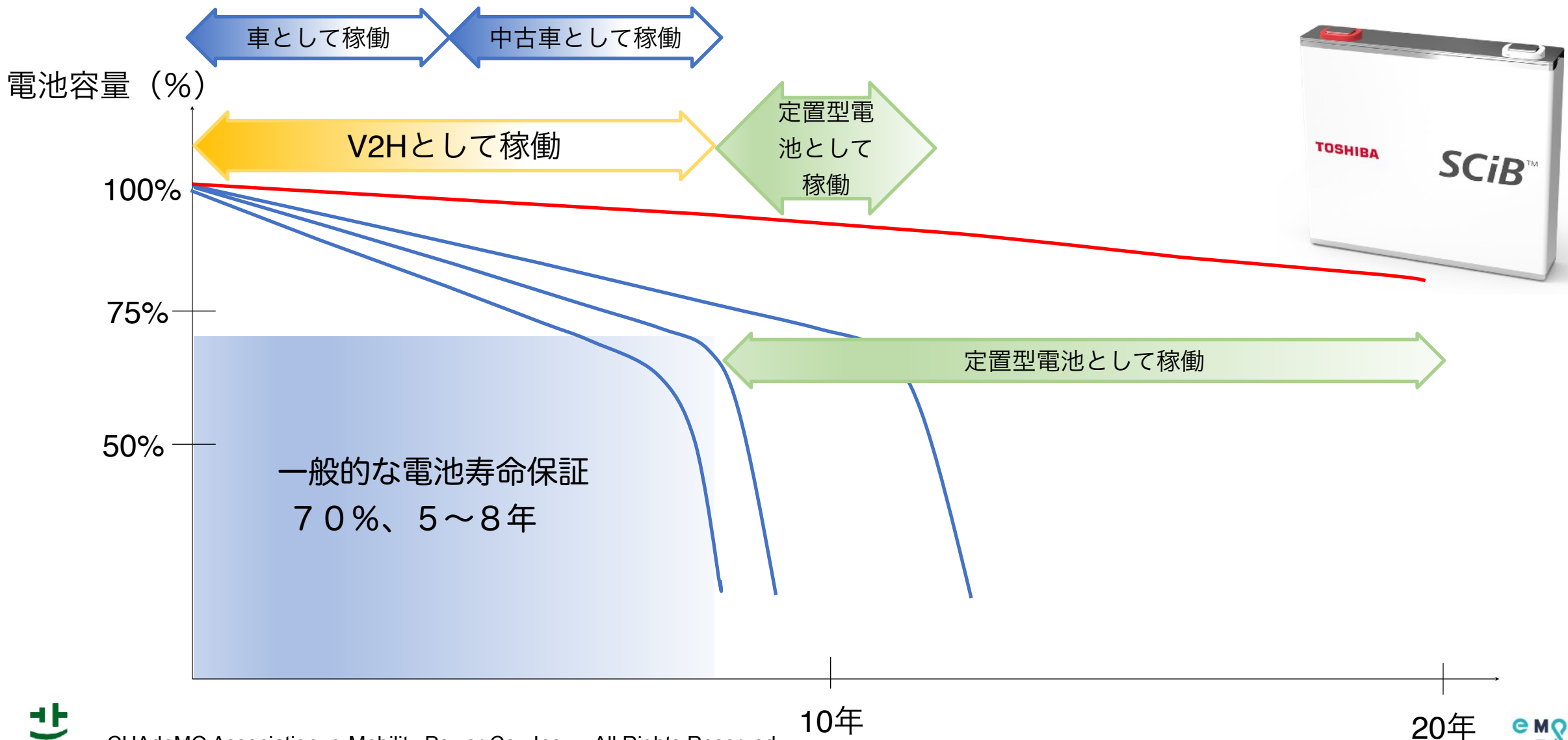
バッテリーの2次利用

エネルギー貯蔵ソリューションとして
新たな価値を創出



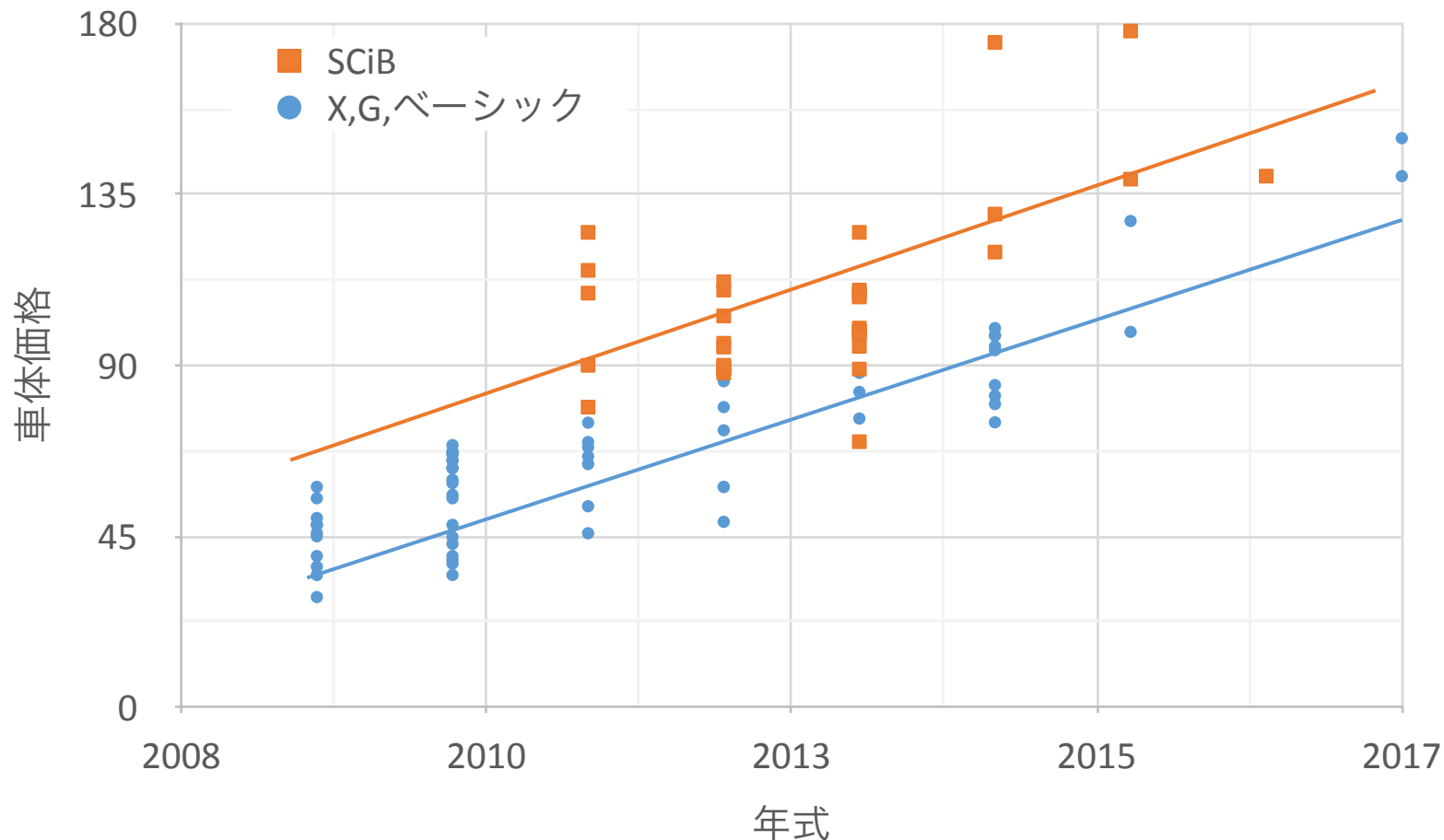
安全で長寿命な電池は
リユースに有利

長寿命電池は定置型として後半生も価値あり



長寿命電池の中古車価格は高い

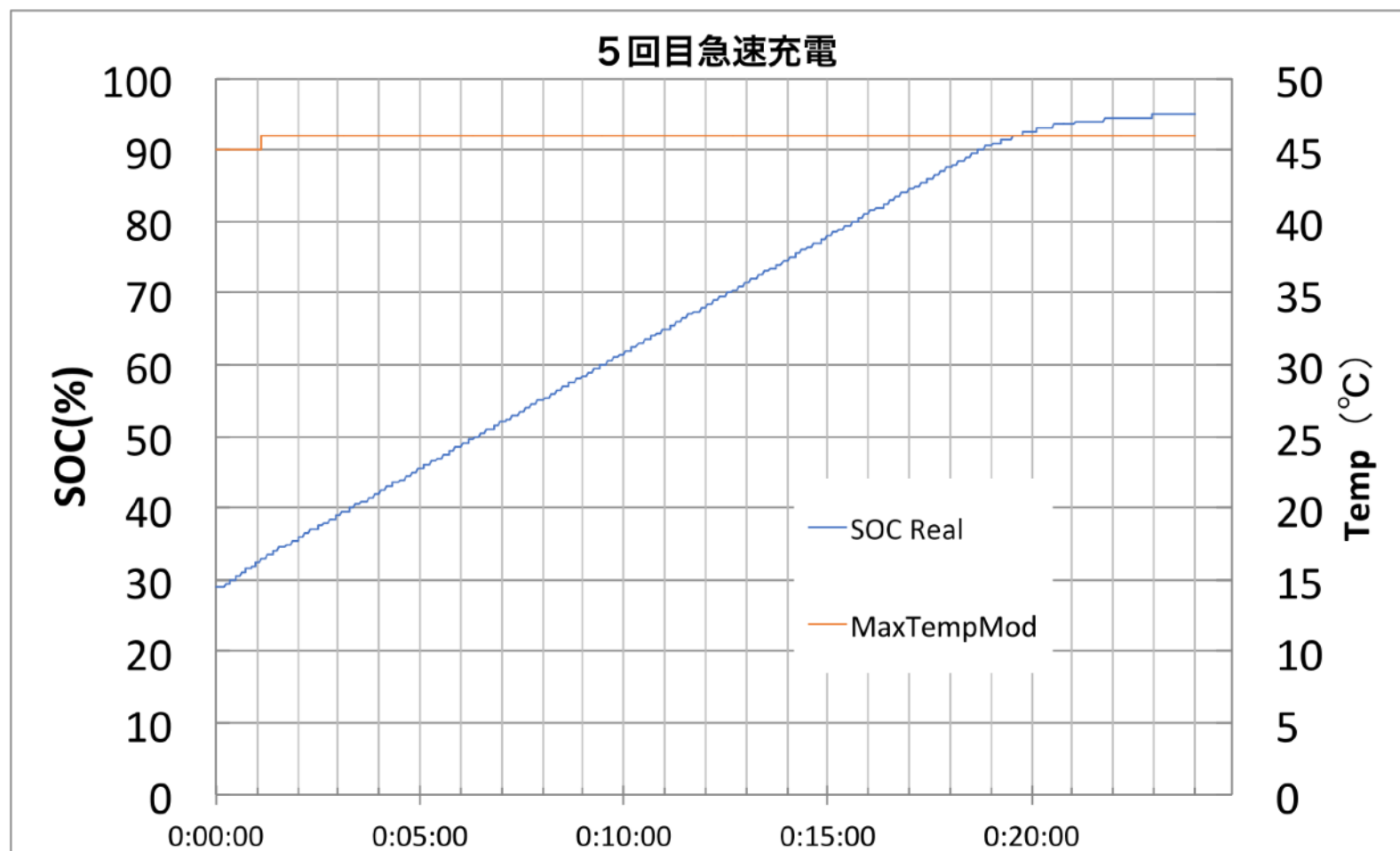
電池積載容量が35%少なく初期価格は60万円安かったが、中古価格は平均30万円高い

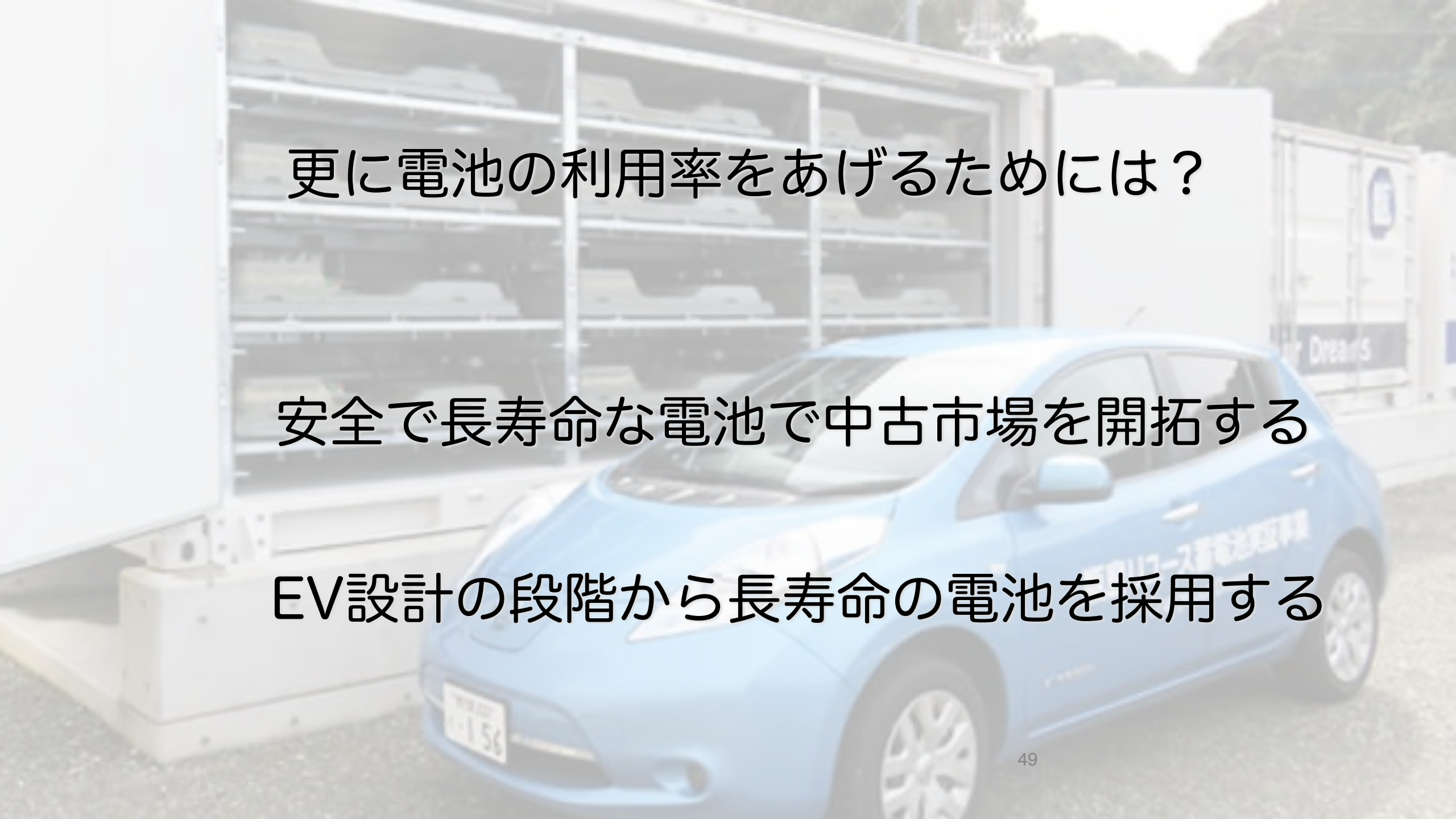


SCiBモデル	: 10.5kWh	226万円
Xモデル	: 16kWh	283万円
Gモデル	: 16kWh	380万円

SCiBは小容量でも充電が早い

急速充電を繰り返し電池温度が上がっても充電速度が落ちない





更に電池の利用率をあげるためには？

安全で長寿命な電池で中古市場を開拓する

EV設計の段階から長寿命の電池を採用する

第一部 まとめ

- EV普及には異業種間の協力が必要
- 急速充電はEV電池の設備利用率を上げる
- V2XはEV電池の設備利用率を上げる
- 長寿命の電池をEVに採用してリユースを図る

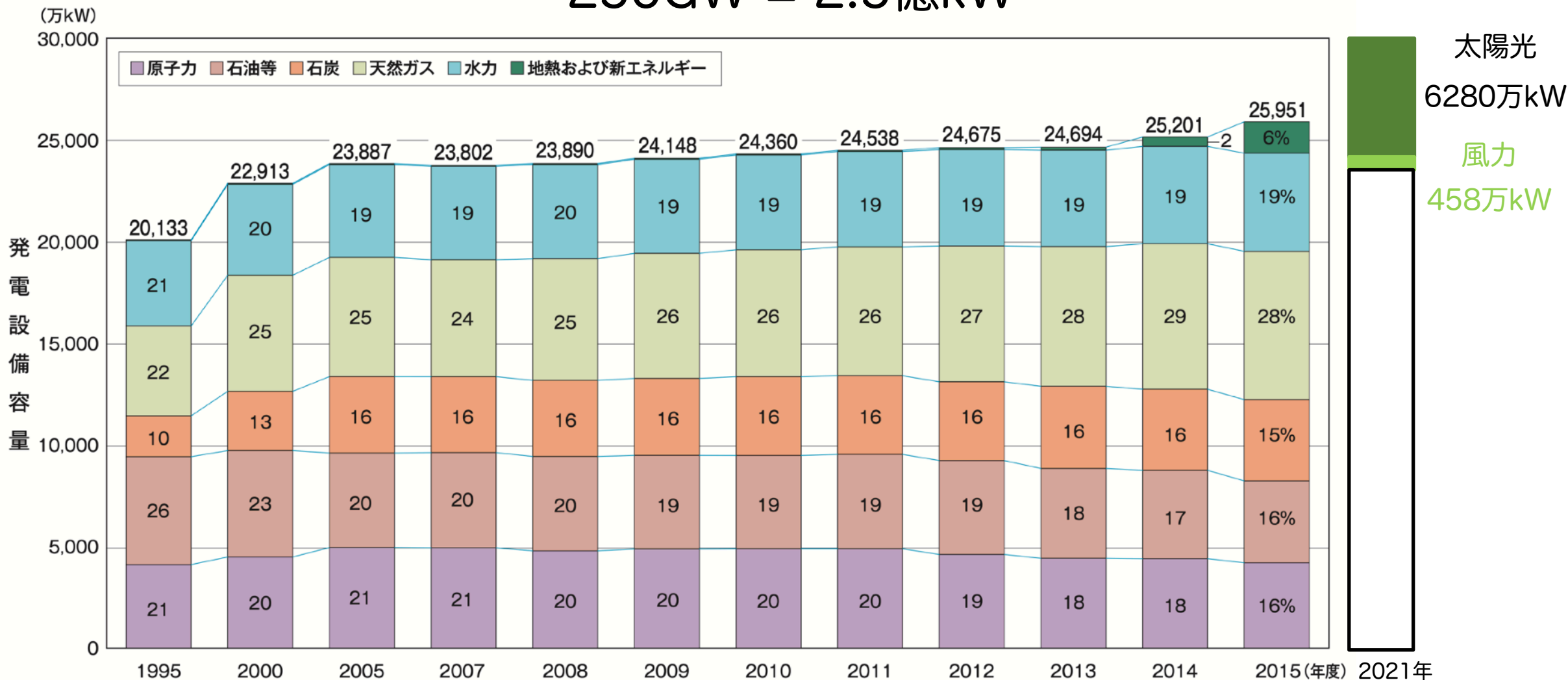
- ・ 再生可能エネルギー開発規模は？
- ・ 浮体式風力発電の開発がなぜ必要か？
- ・ 浮体式風力発電の開発規模は？
- ・ コストダウンの方法は？
- ・ 自動車産業の皆様をお願いしたいこと



再生可能エネルギー開発規模は？

日本の発電設備容量の推移

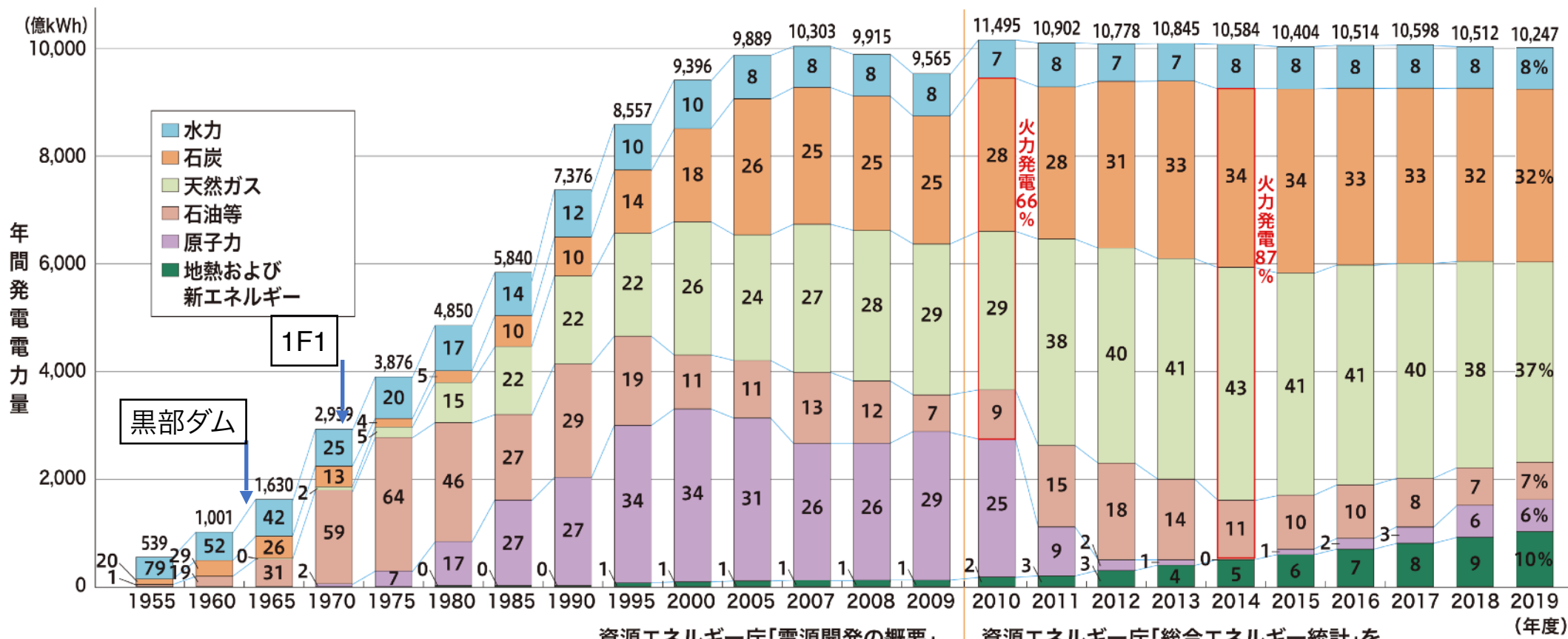
250GW = 2.5億kW



出典:資源エネルギー庁「エネルギー白書2017」より作成

日本の電源構成別の発電電力量の推移

1000TWh = 1兆kWh



太陽光
設備利用率
15%

資源エネルギー庁「電源開発の概要」、
「電力供給計画の概要」を基に作成

資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を
基に作成

出典：資源エネルギー庁「令和2年度 エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2021）」などより作成



浮体式風力発電はなぜ必要か？

日本の再生可能エネルギー導入ポテンシャル

住宅用等太陽光発電：2.1億kW
 公共系等太陽光発電：1.4億kW（農地除く）

7.6億kW必要
 （設備利用率15%で計算）

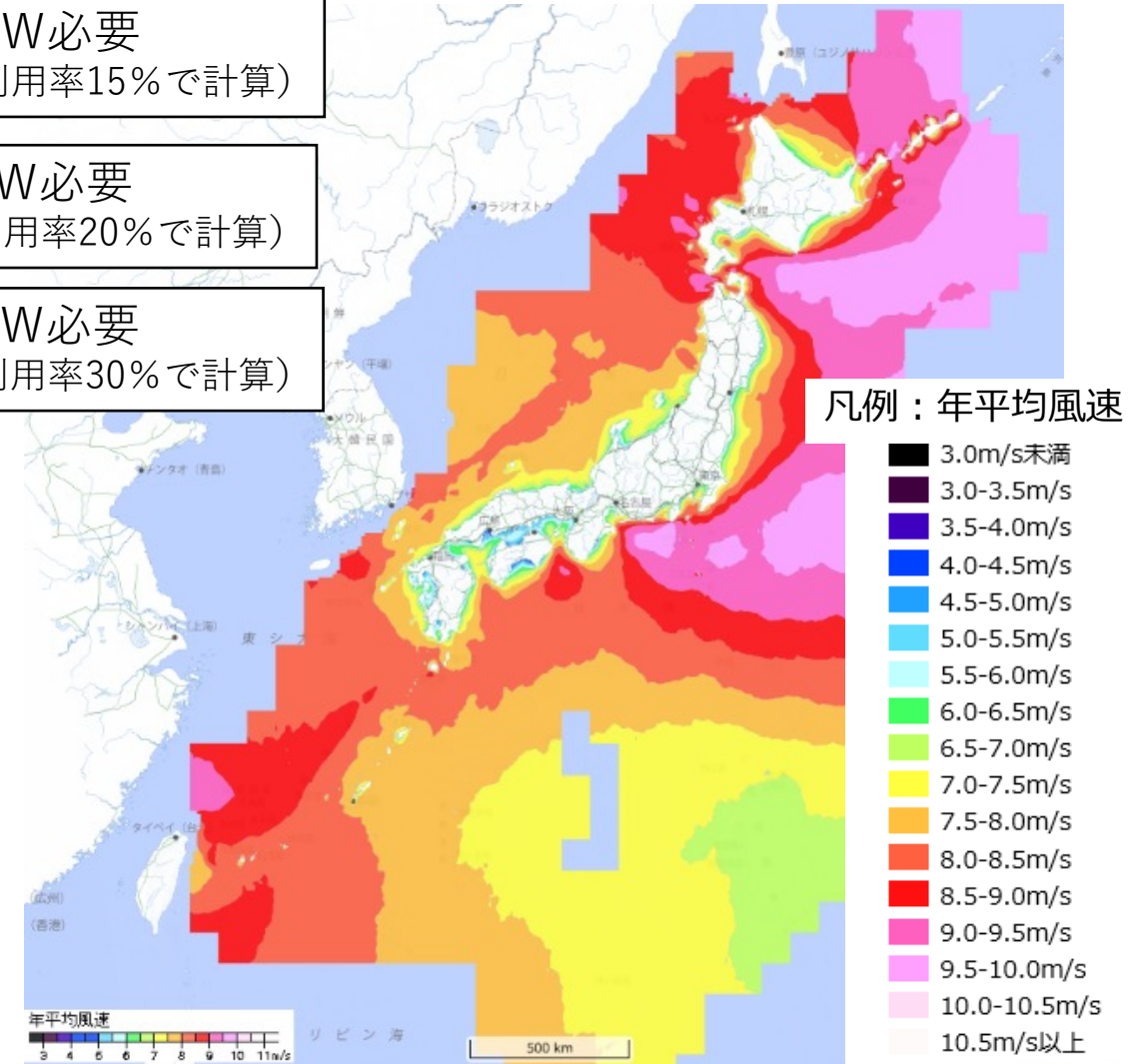
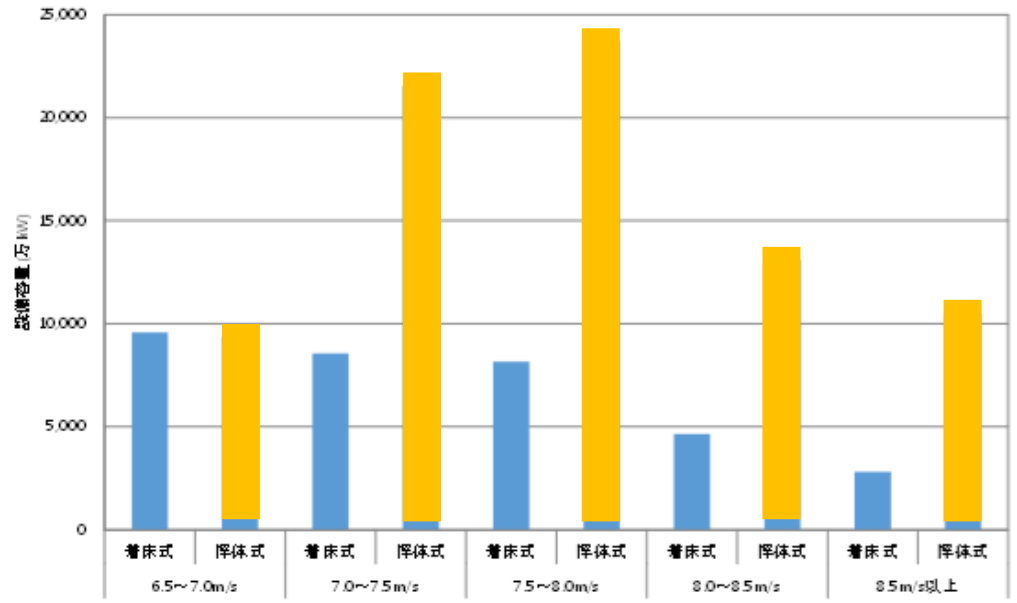
陸上風力発電：2.8億kW
 洋上風力発電

5.6億kW必要
 （設備利用率20%で計算）

着床式：3.4億kW
 浮体式：7.8億kW

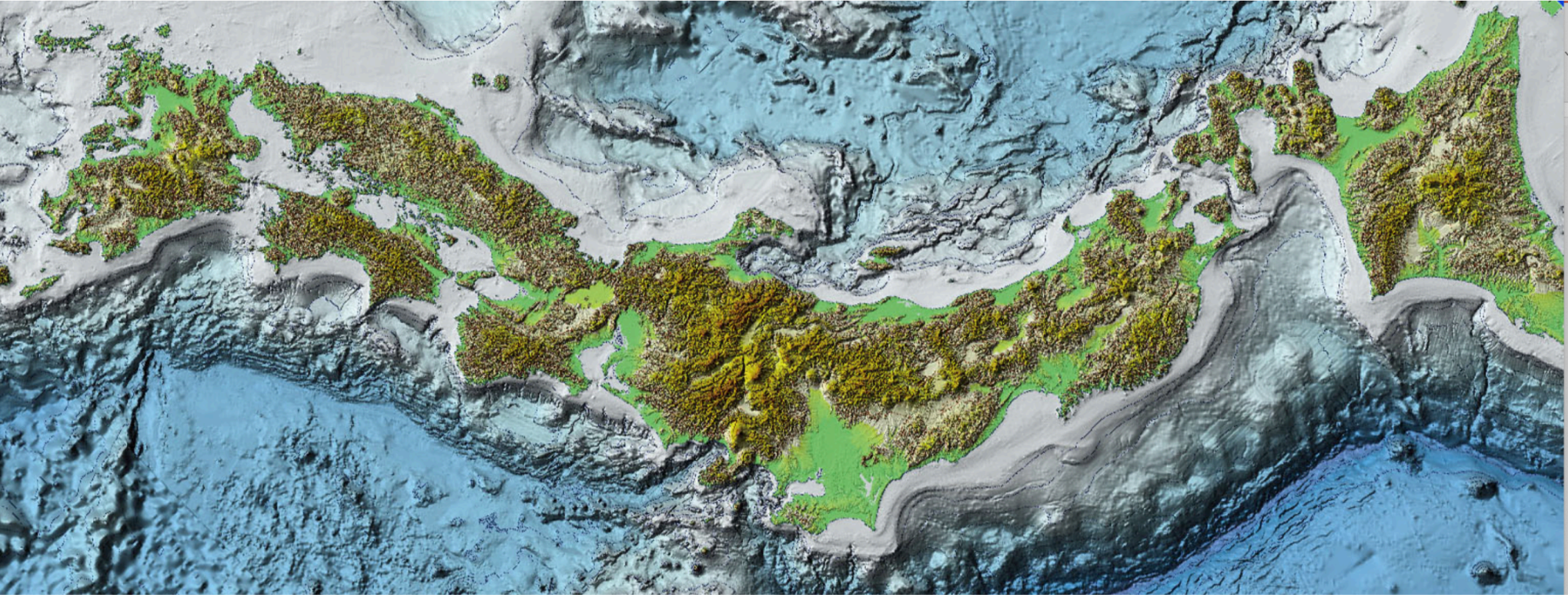
3.7億kW必要
 （設備利用率30%で計算）

中小水力発電（河川部）：890万kW
 地熱発電：815万kW



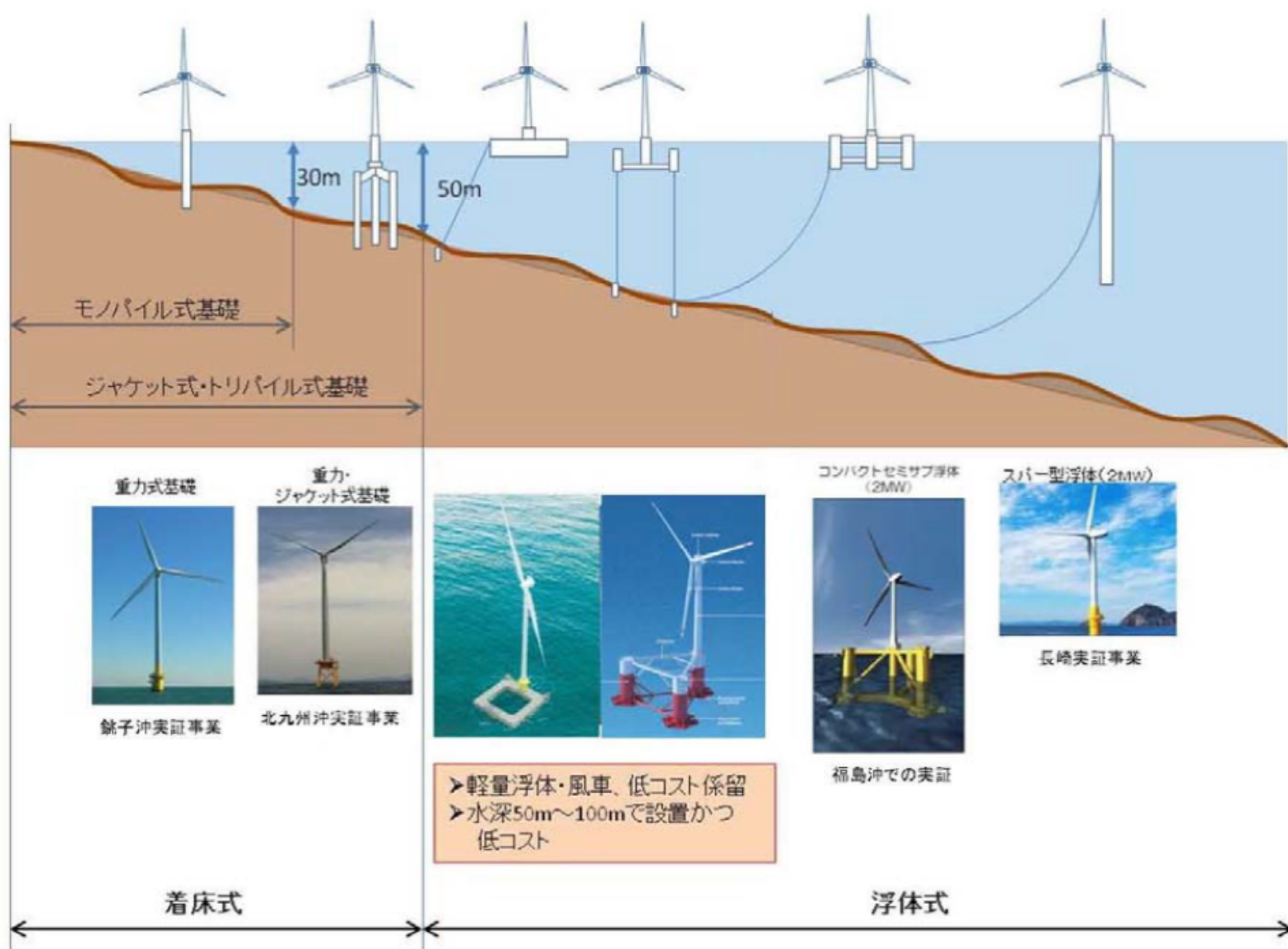
環境省：令和元年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報等の整備・公開等に関する委託業務報告書 及び、NEDO「洋上風況マップ」より

日本の沿岸の水深は深いので浮体式が必要



東北大学総合学術博物館HPより

浮体構造と係留方法の課題

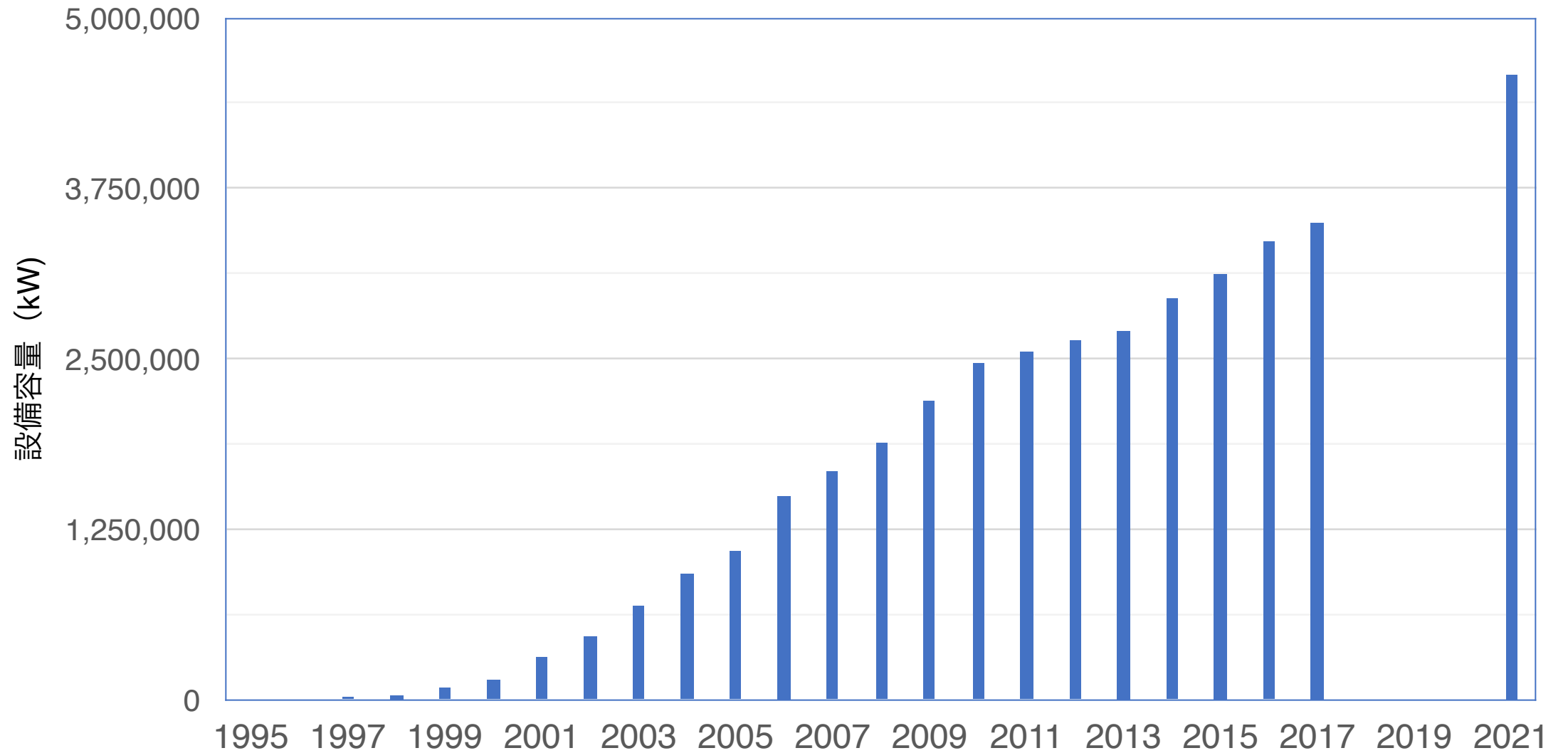


NEDO「浮体式洋上風力発電技術ガイドブック」より

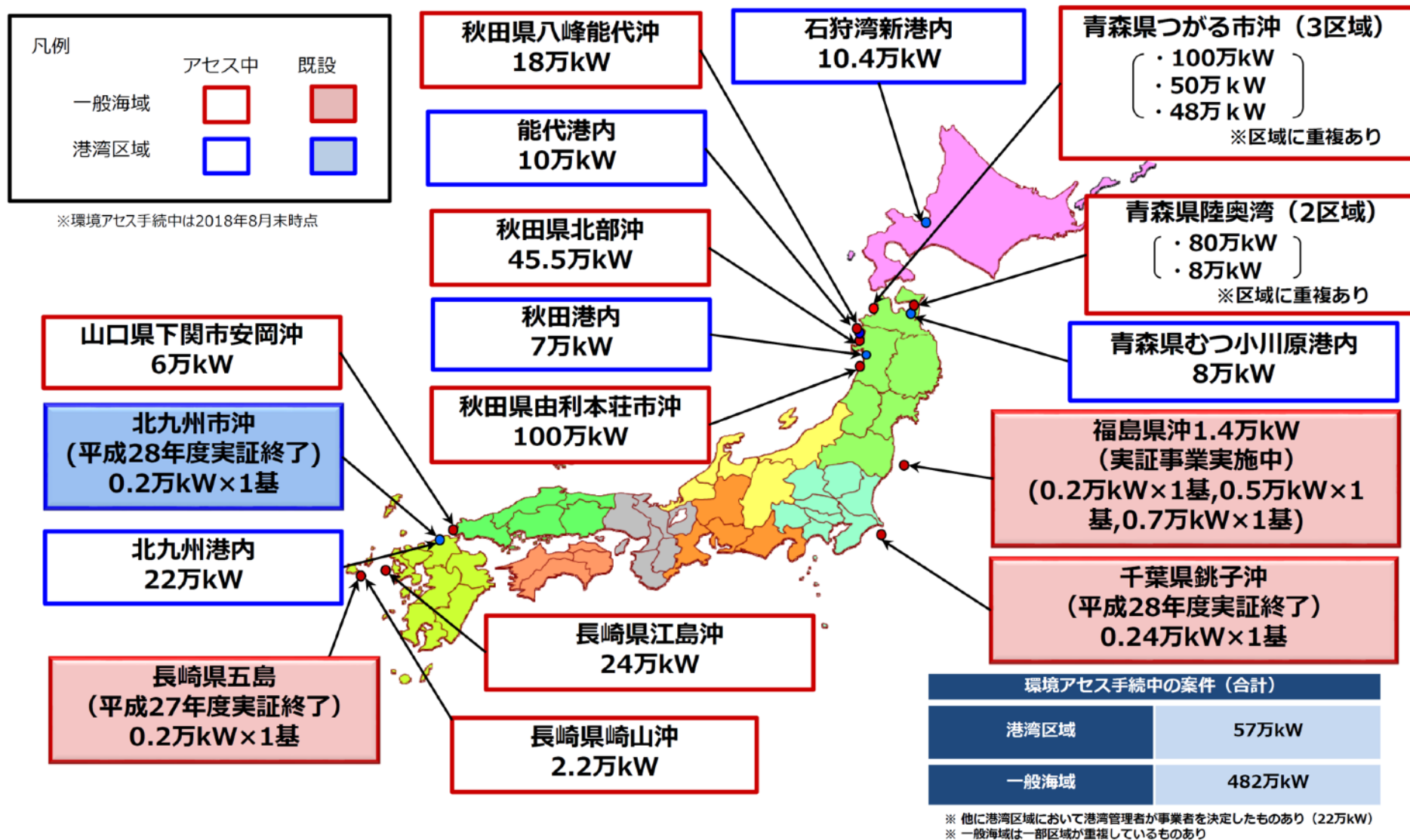


浮体式風力発電の開発規模は？

風力発電の導入量の推移

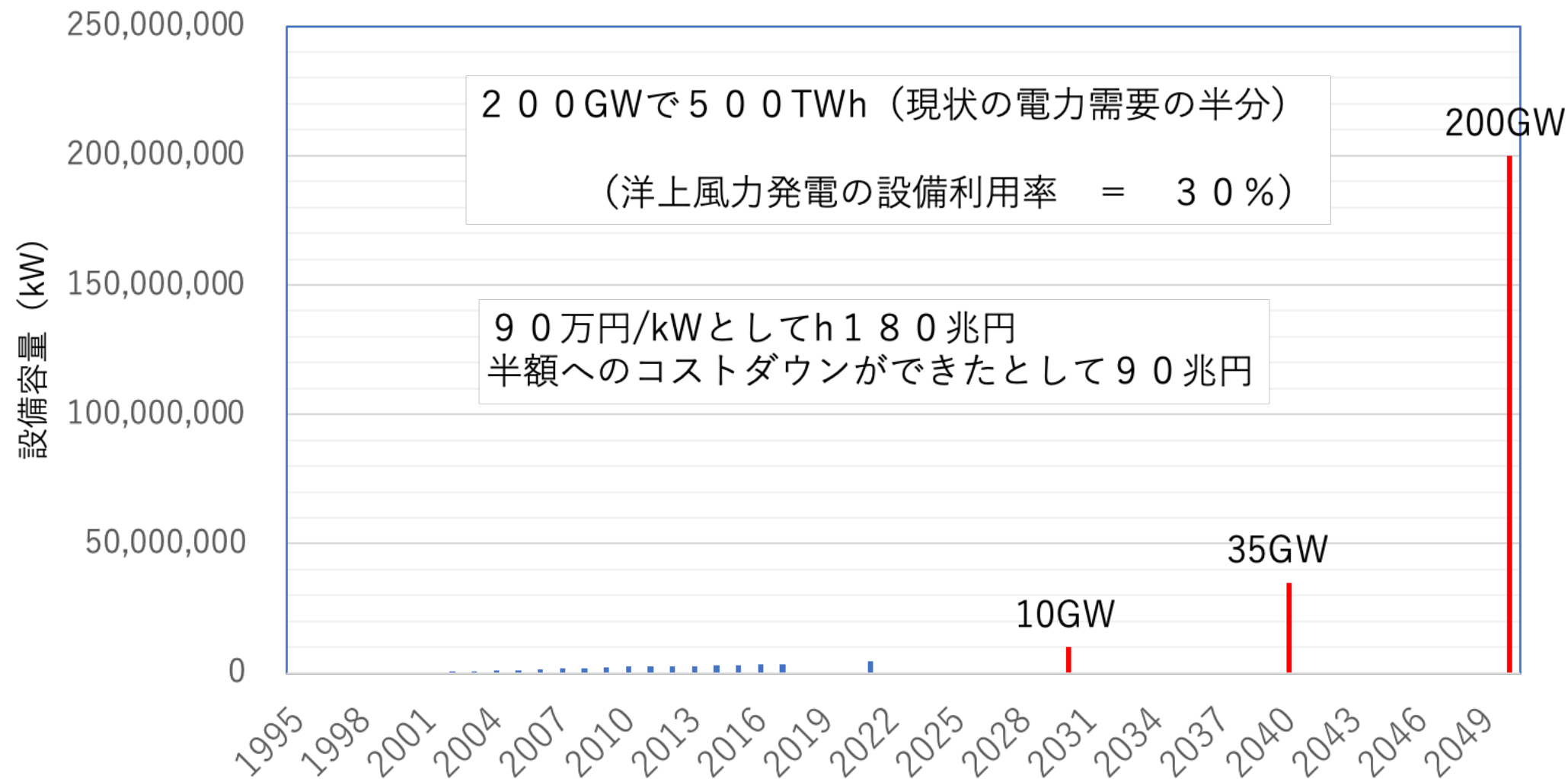



日本の洋上風力発電の導入状況



出典：資源エネルギー庁ホームページより

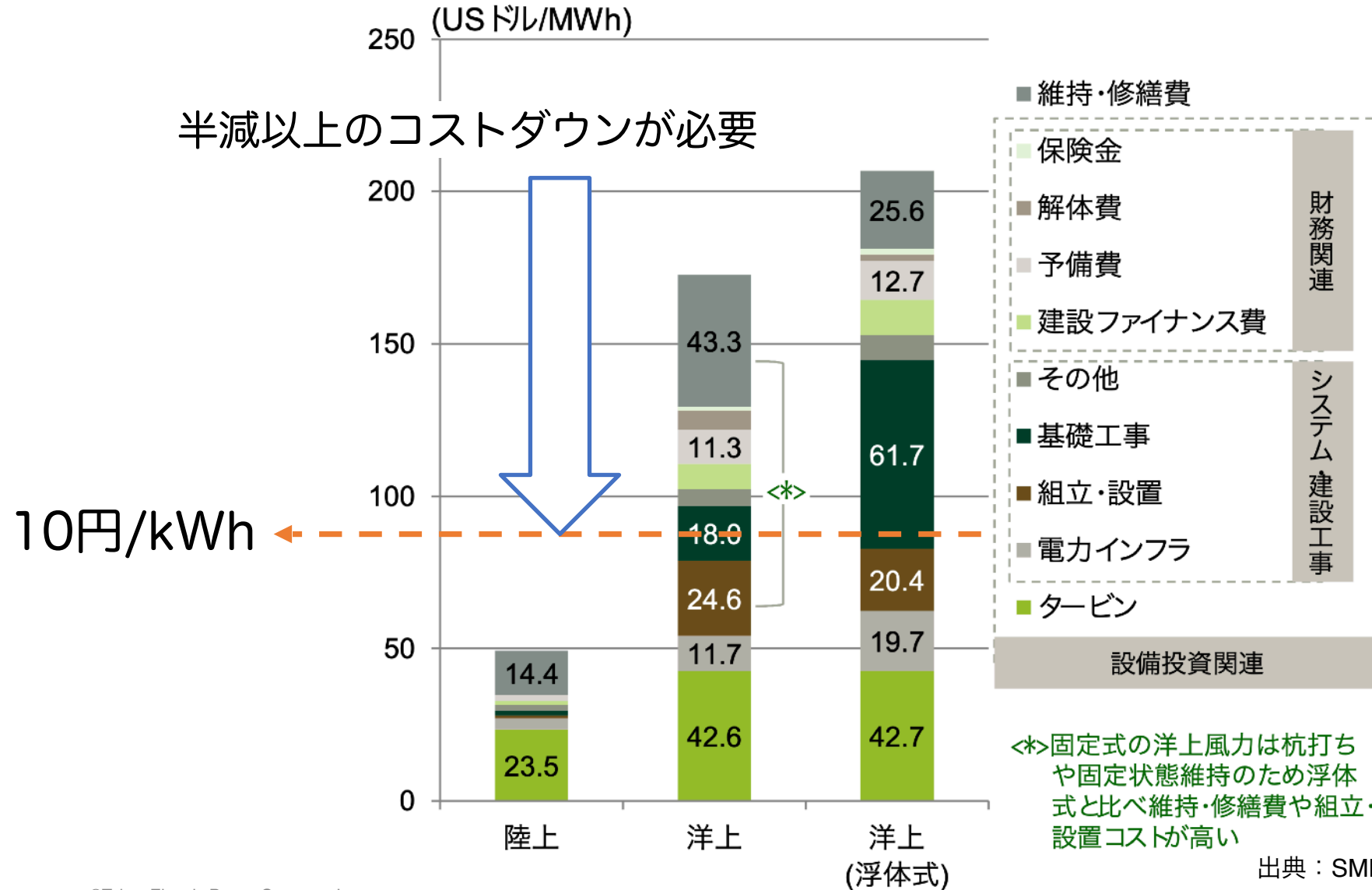
風力発電の導入必要量



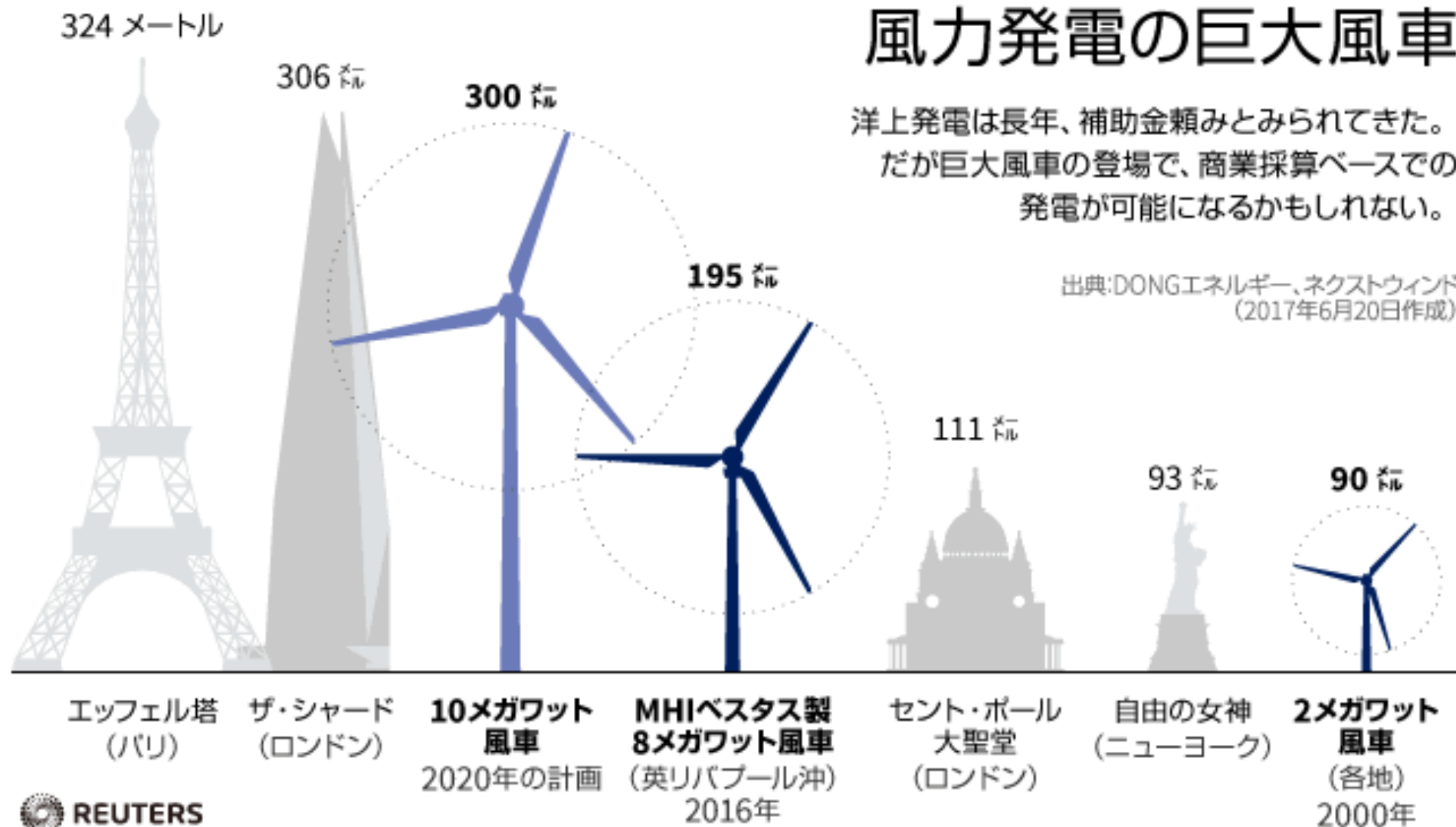
A photograph of an offshore wind farm at sunset. The sky is a gradient of light blue and orange, and the water is dark blue. Several wind turbines are visible, with the largest one in the foreground on the right. The text "コストダウンの方法は？" is overlaid in the center.

コストダウンの方法は？

風力発電の導入必要量



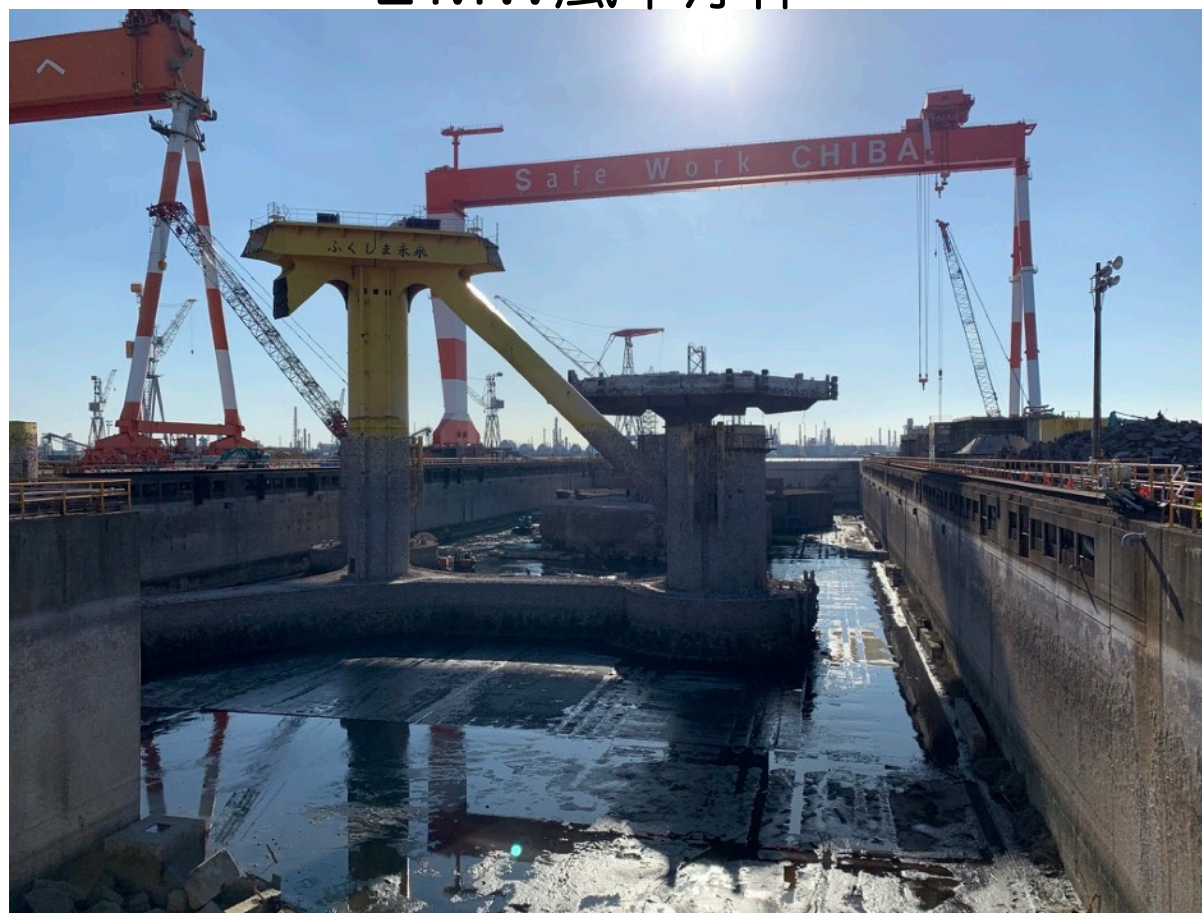
現状のコストダウンは大型化により達成



浮体式風力発電は浮体も巨大

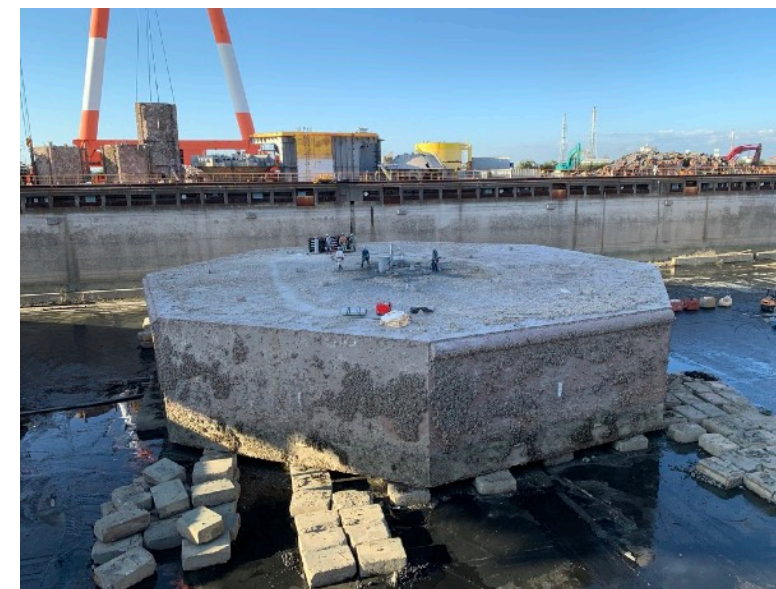
福島県沖の洋上風力発電の解体現場（2021年撮影）

2 MW風車浮体



6 4 m

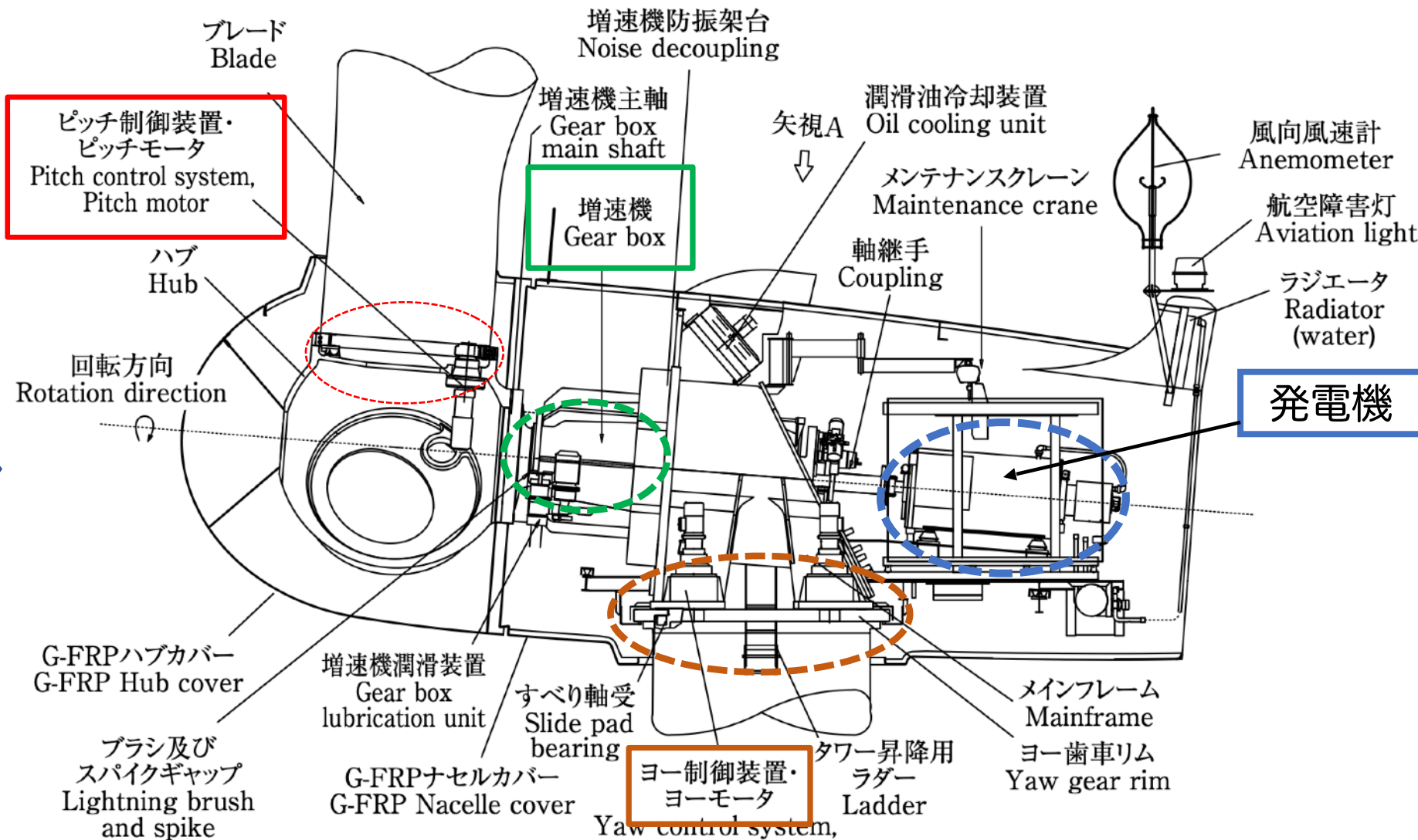
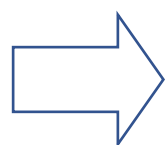
変圧器浮体



3 3 m

風力発電の心臓部（ナセル）の構造

風力発電技術は発電機、インバータ、ギア、ベアリング・軸受け、ブレーキ、空力で構成（EVの100倍程度）



富士重工業は風力発電のパイオニア

1990年台中頃から富士重工業が風力発電開発に着手
2010年 2MWの風車の開発の様子



ブレード取り付け部のハブ



富士重工業宇都宮工場で組み立て中のナセル

出典：NEDO Project Success Stories より

2012年 日立製作所に売却

国内の風力発電メーカー相次ぐ撤退

2019年1月

日立製作所 風力発電の生産から撤退 生産はエネルギーコン（ドイツ）

2019年4月

日本製鋼 風力発電機の製造・販売から撤退

2020年10月

三菱重工 風力発電のベスタス(デンマーク) に生産を委ねる

撤退の背景： 欧州の積極的な風力発電開発で差が広がる

日本の自動車産業の強みに期待

- 2050年までに浮体式風力発電 2億kWの建設が必要
 - 設備投資額100 ～200兆円
- 現状100万円/kWhの建設費の半減が必要
 - 日本自動車産業の小型・軽量化、カイゼンカへの期待
- メンテナンスを極小化し長期の安定運転を実現する信頼性
 - 日本自動車産業の信頼性の高さに期待

第三部：浮体式原子力発電



原子力関係企業

- 東芝エネルギーシステムズ
- 日立GEニュークリア・エナジー
- 三菱重工業
- 三菱電機
- IHI
- 鹿島建設、清水建設
- 日揮
- 原燃輸送
- 関西電力、中部電力、日本原子力発電
- スタズビック・ジャパン、元EDFジャパンの方
- 発電設備技術検査協会

大学・研究機関他

- JAEA、電力中央研究所、エネルギー総合工学研究所
- 東京海洋大学（賞雅名誉教授、南教授、井原助教）
- 早稲田大学（師岡名誉教授、古谷教授）
- 東京大学（岡本教授、村上准教授）
- 東京工業大学（小原教授、木倉准教授、相楽准教授他）
- 京都大学（齊藤教授他）
- 名古屋大学（遠藤准教授）
- 長岡技科大（山形教授）
- イリノイ大学（櫻原助教）
- 日本原子力産業協会
- 三菱総合研究所
- 日本電気
- 日本保全学会

造船関係企業

- 三菱造船
- 日揮（海洋事業関係者も参加頂ている）
- 清水建設（同上）
- ジャパンマリンユナイテッド
（IHIのサポートとして参加頂いている）

東電グループ

- 東京電力ホールディングス
- テプコシステムズ
- 東京エネシス
- 東京パワーテクノロジー
- KK6安全対策共同事業株式会社

■ 円筒形状の浮体構造物と原子力発電の組合せ (MIT, Golay教授考案)

新しいプラットフォームの提案であり、新型炉の検討ではない

- 既存の原子力発電所で使用されている原子炉、将来的には新型炉も搭載
- 発電を目的とするものであり、原子力船とは異なり自走能力は持たない
(ある海域に係留し発電する)

円筒形状の浮体構造物で船舶型 (むつ、ロシア等) と異なる

- 船舶型に比べ揺動が小さい
- 原子炉とタービンを垂直配置でき、給復水系、主蒸気系配管長が短い

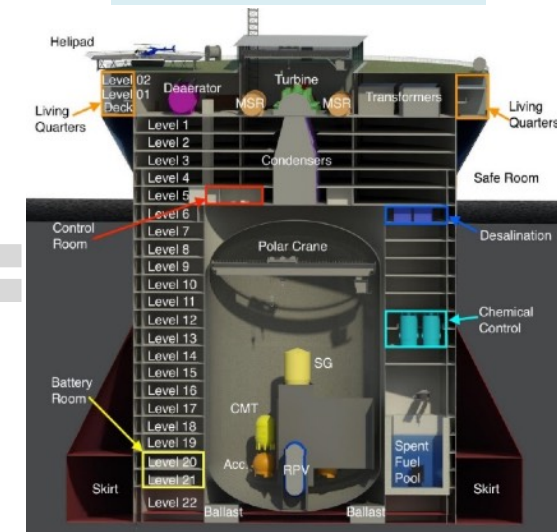
円筒形状の浮体構造物



原子力発電設備



浮体式原子力発電

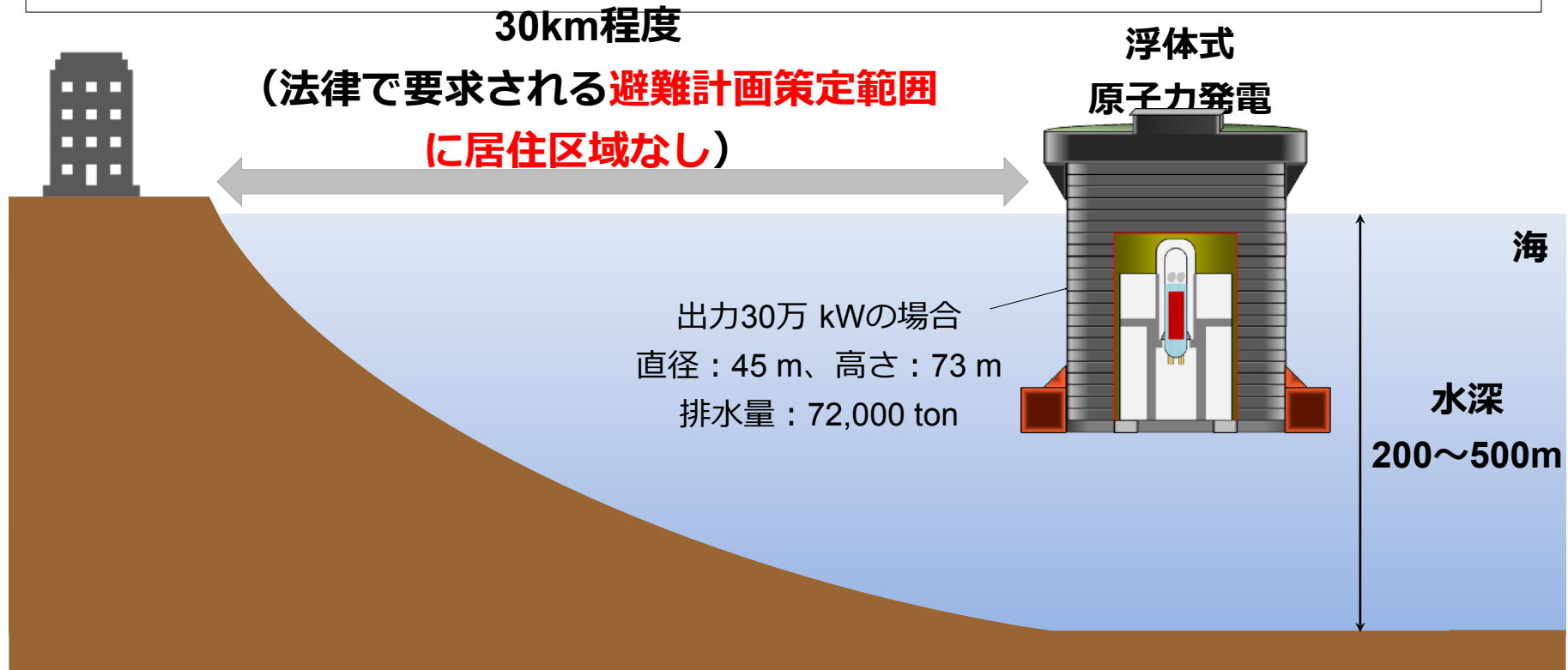


Ref. Sevan SSP社ホームページ

Ref. Nuc. Tec., 194, 1(2016).

福島第一原発事故の反省

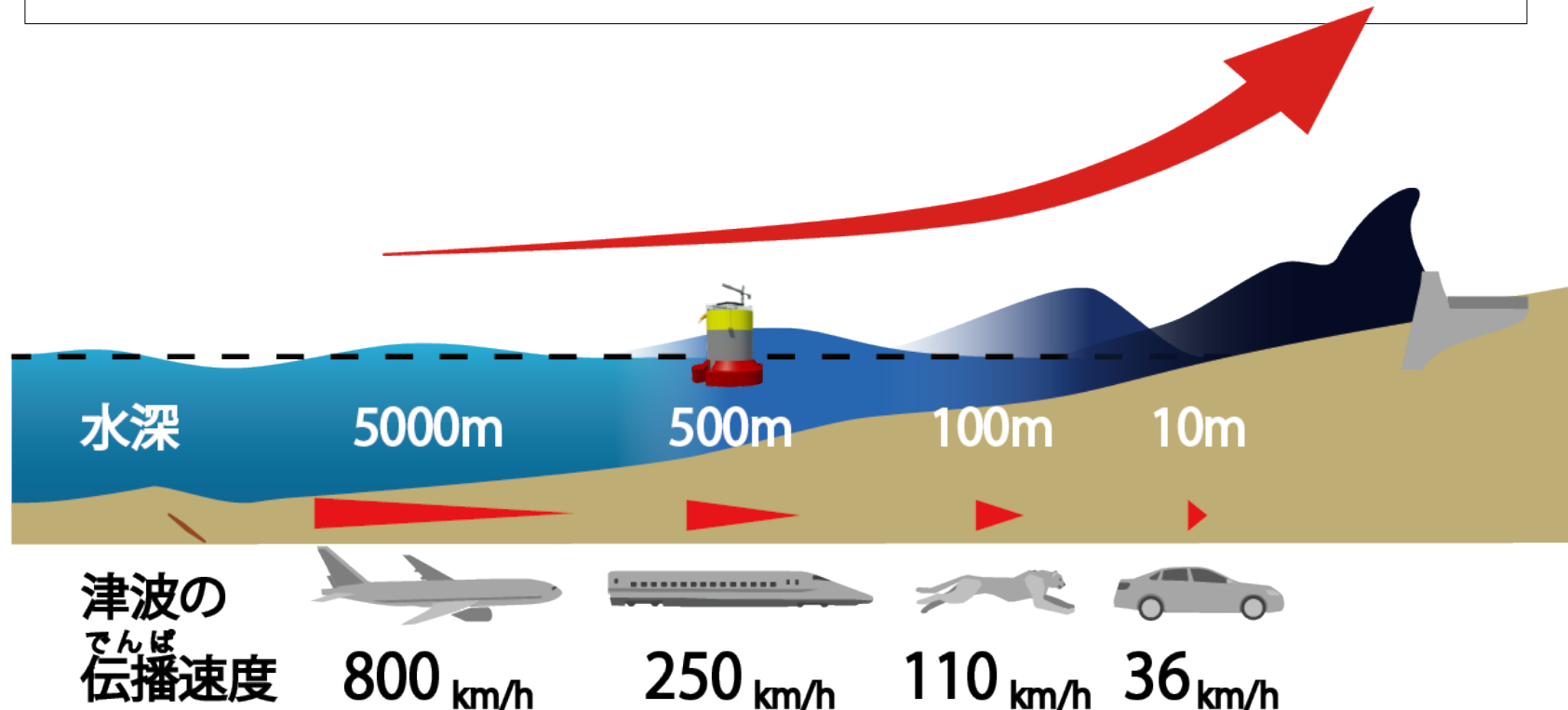
- 津波高さは想定が難しく、建屋が浸水し全電源喪失に至った
→ 浮体にする事で津波をやり過ごす
- 全電源喪失時に冷却を継続できる時間が短すぎた（3日でも不十分）
→ 海水との熱交換で動力なしで冷却を継続する
- 高齢者や病気の方が避難時に亡くなられた
→ 事故時の住民の方の緊急避難を不要にする



浮体にすることで津波をやり過ごす

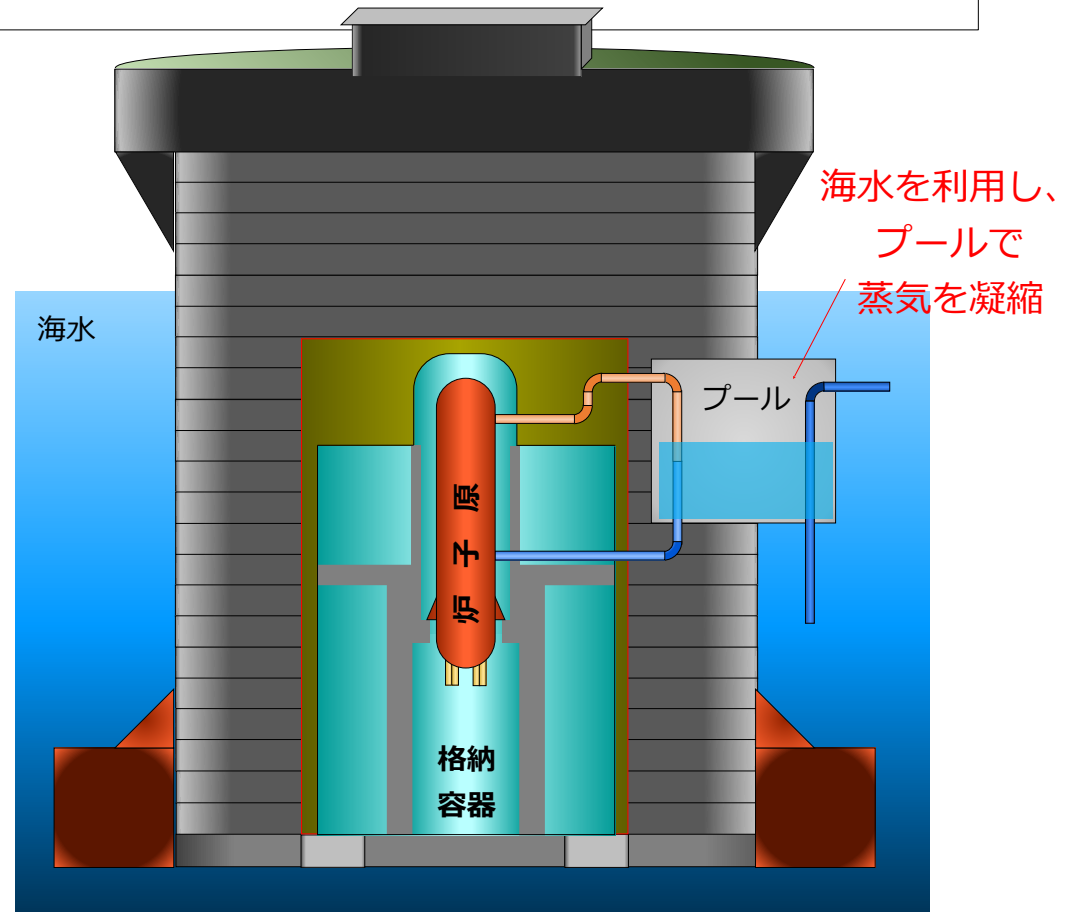
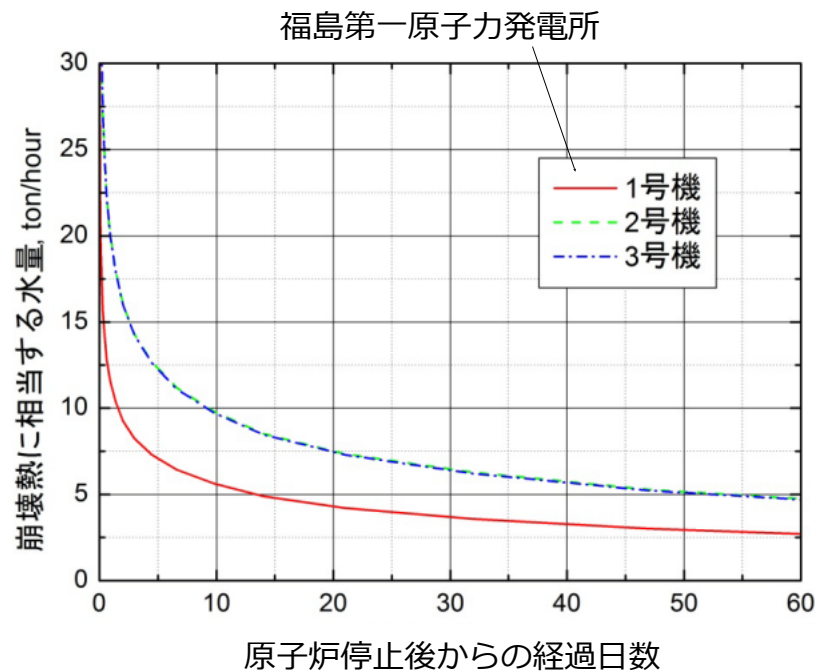
想定が難しい津波高さを無理に想定するのは危険

- 水深が深くなる⇒津波高さは低くなる
- 船と同じ様に津波を乗り越えることができる

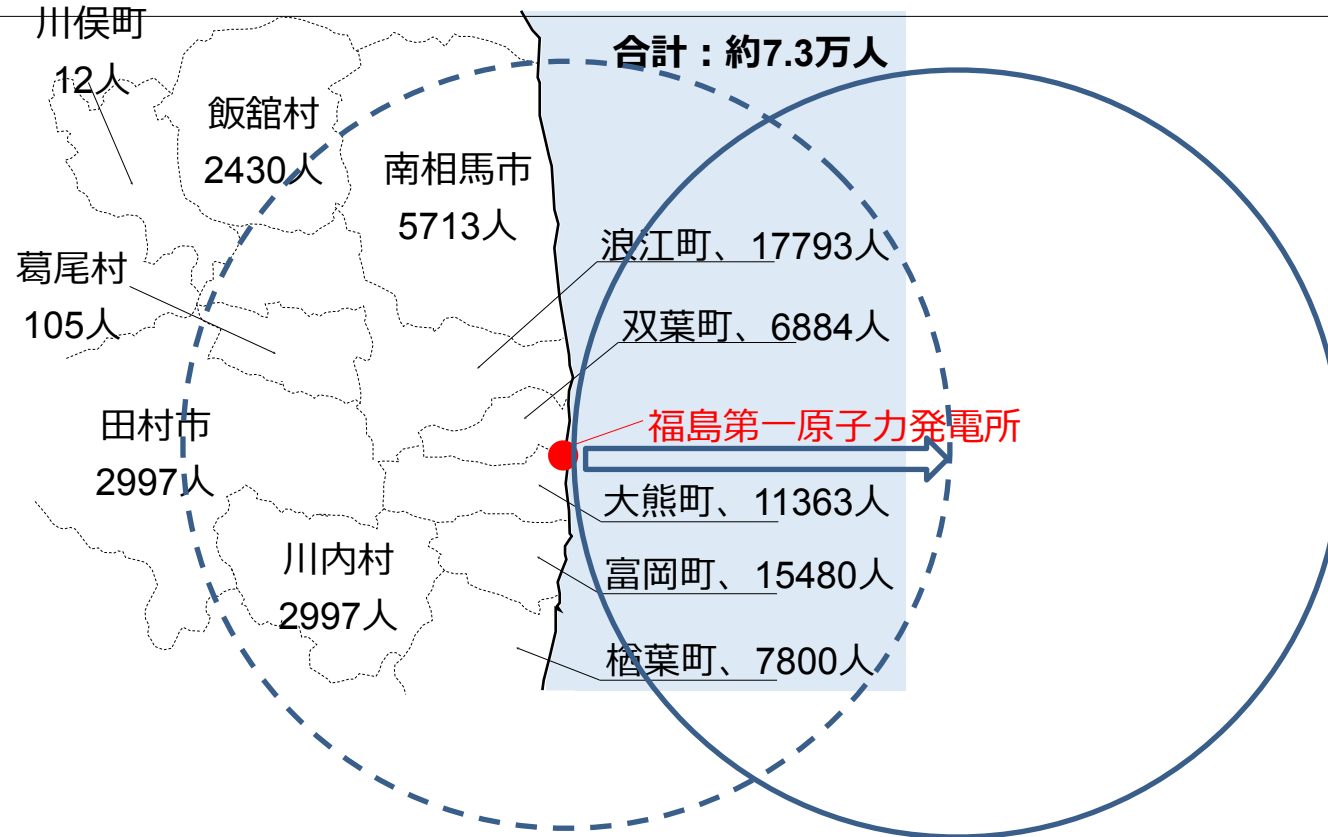


原子炉停止後も崩壊熱の冷却が必要。

- 従来は電源なしで冷却可能な時間は8時間と想定
- 福島第一原発事故時には、本格的な冷却の回復には数週間掛かった
→ **10日後でも毎時10トン程度の水が必要**
- 浮体式では、**電源なしで周囲に存在する海水を使用して冷却**



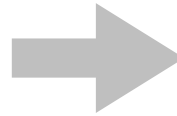
- 30km沖合に係留することにより、緊急時の防護を準備する地域 (UPZ)内に住民がいない状態になる
- 船舶は警報の発生後、自力で円滑な避難が可能



東日本大震災・東京電力福島第一原子力発電所事故
による避難人数 (2011/3/25 8時時点) [1]

[1] 福島県災害対策本部「平成23年度東北地方太平洋沖地震による被害状況即報 (第64報)」より作成

- ドックで集中製造し、製造品質が向上
遠隔地で建設するのはコスト面でも負担大
- 既存の陸上原発と同等の費用で建設可能
海底送電線は陸上送電線と同程度のコスト
耐震強化やテロ対策設備の費用を加味すると洋上が有利



② 浮体式原子力

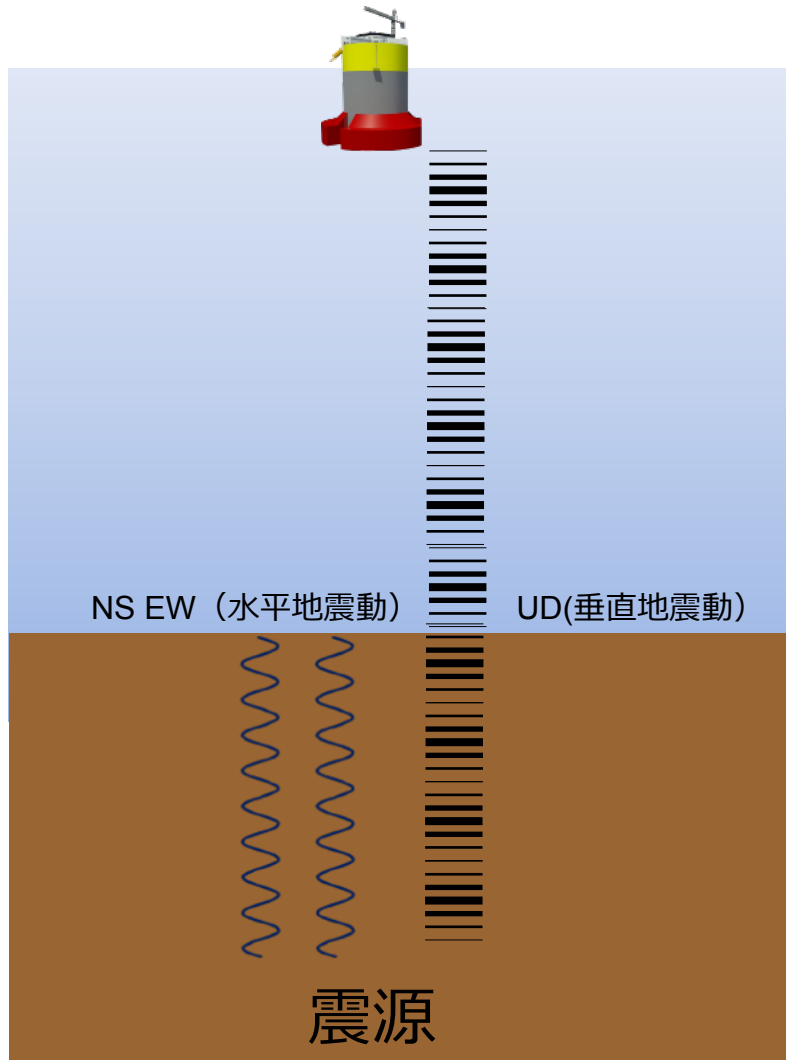
- 浮体建造物の建造費は、**390～560億円**。
- 海底送電線30kmの建設費は、**304～475億円**。

} **694～1035億円**

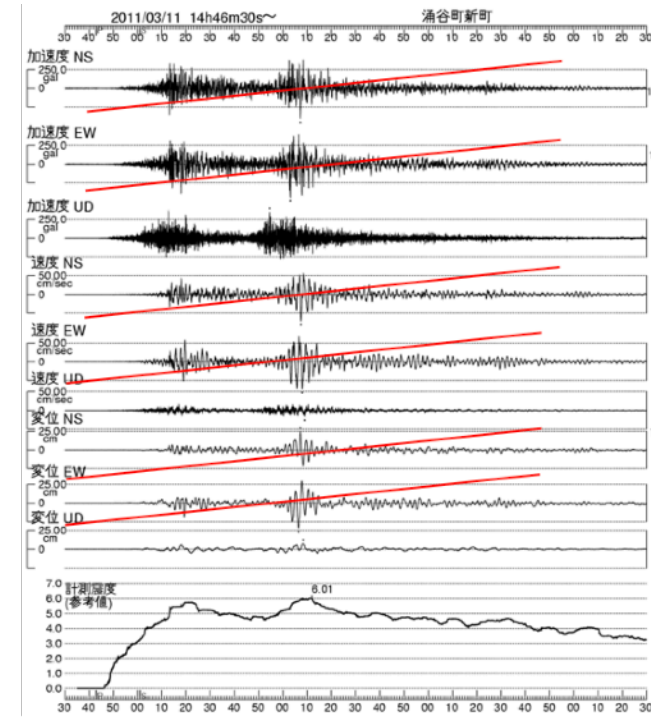
② 陸上の原子力

- 土木・建屋関係の建設費は、**825～1375億円**。

- 水平地震動は水中では伝播しない（垂直地震動は伝播）



- ~~X~~ Acceleration NS
- ~~X~~ Acceleration EW
- Acceleration UD
- ~~X~~ Velocity NS
- ~~X~~ Velocity EW
- Velocity UD
- ~~X~~ Displacement NS
- ~~X~~ Displacement EW
- Displacement UD



例えば、海底火山



タグボートで曳航して移動

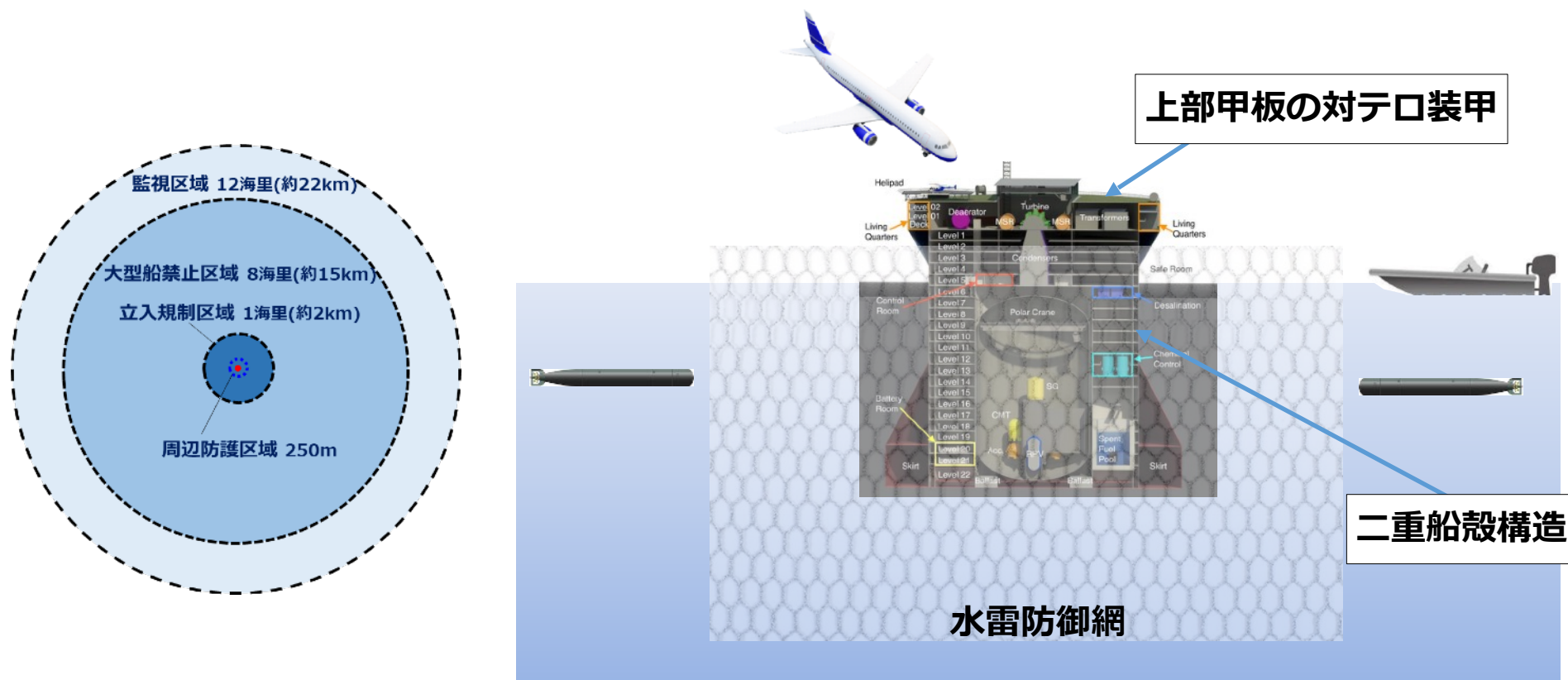


- 新たな自然災害のリスクが見つかった際には
→ **タグボートなどで曳航してリスクのない場所に移動。**
- **投資リスクの抑制**に繋がる。

陸上の原子力発電所では、原子炉直下に新たな活断層が確認された場合、廃炉となる。

外部からのテロ攻撃にも防御が固い

- 浮体式原発に対する脅威の手段を整理。
陸上と異なる脅威（船舶の移乗等）を考慮した対策を実施。



MITで検討された防護層[1]

核セキュリティ対策の一例

[1] J.Conway et al (MIT), " Security and the Offshore Nuclear Plant (ONP) Security Simulation Testing and Analysis of the Multi-Layer Security System".

洋上風力 + EV + 浮体式原発

